

Mikke Bergström

**ANALYYSI PUHEENTUNNISTUSRATKAISUN KÄYTTÖNOTON  
VAIKUTUKSISTA HUSISSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA  
2022

## TIIVISTELMÄ

Bergström, Mikke

Analyysi puheentunnistusratkaisun käyttöönoton vaikutuksista HUSissa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2022, 70 s.

Tietojärjestelmätiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Seppänen, Ville

Terveydenhuollon käyttömenojen jatkuvan kasvun myötä terveydenhuoltoon on ohjattu merkittäviä investointeja sen kustannustehokkuuden ja laadun parantamiseksi. Yhtenä tehostettavana osa-alueena on terveydenhuollon potilaskertomukset sekä niiden tuottaminen. Puheentunnistusteknologia tarjoaa kiinnostavan vaihtoehdon potilaskertomusten tuottamiseen ja sitä on hyödynnetty terveydenhuollossa jo vuosikymmeniä. Teknologian jatkuvan kehityksen myötä puheentunnistus kuitenkin säilyy kiinnostavana tutkimuskohteena. Tässä pro gradu -tutkielmassa tutkitaan miten puheentunnistusratkaisun käyttöönotto on vaikuttanut potilaskertomusten tuottamiseen Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä (HUS). Tutkimuksen teoriaosuus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja siinä tarkasteltiin puheentunnistusteknologiaa ja sen hyödyntämistä potilaskertomusten tuottamisessa. Tutkimuksen empiirisen osion aineisto kerättiin HUS Tietohallinnon asiakirjoista, HUS Asvian kustannuslaskelmista sekä HUSin lääkäreille tehdyllä kvantitatiivisella kyselytutkimuksella. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että puheentunnistusratkaisun käyttöönotto HUSissa johti huomattaviin kustannussäästöihin jo ensimmäisten vuosien aikana. Terveydenhuollon palveluntarjoajien on mahdollista saada merkittäviä kustannushyötyjä puheentunnistuksen avulla. Lisäksi tutkimuksessa todettiin, että lievä enemmistö käyttäjistä koki puheentunnistuksen säästävän heidän työaikaansa sekä helpottavan potilaskertomusten tuottamisprosessia. Käyttäjien mielestä puheentunnistus on kuitenkin heikentänyt potilaskertomusten laatua sekä potilasturvallisuutta. Enemmistö käyttäjistä myös koki, etteivät he ole saaneet riittävästi koulutusta puheentunnistuksen käyttöön. Puheentunnistusratkaisun käyttöönotto koronapandemian keskellä sekä yhdessä Apotti-potilastietojärjestelmän kanssa aiheutti todennäköisesti haasteita puheentunnistusratkaisun omaksumiselle käyttäjien keskuudessa. Lopullisten johtopäätösten tekoa rajoittaa kyselytutkimuksen pieni otanta mutta kyselytutkimuksen tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina.

Asiasanat: automaattinen puheentunnistus, digisanelu, terveydenhuoltojärjestelmä, potilaskertomus, HUS.

## ABSTRACT

Bergström, Mikke

Analysis of the effects of implementing a speech recognition solution in HUS  
Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2022, 70 p.

Information Systems, Master's Thesis

Supervisor: Seppänen, Ville

With the continuous growth of health care operating expenses, significant investments have been directed to health care to improve its cost-effectiveness and quality. One of improved areas is health care patient medical records. Speech recognition technology offers an exciting alternative for producing patient reports and has been used in healthcare for decades. Due to the continuous development of the technology, speech recognition has remained as an interesting research topic. This Master's thesis examines how the implementation of the speech recognition solution has affected the production of patient reports in the Helsinki and Uusimaa Hospital District (HUS). The theoretical part of the study was carried out as a literature review, examining speech recognition technology and its utilization in the production of medical records. The material for the empirical part of the study was collected from HUS IT Management documents and HUS Asvia's cost calculations. I also conducted a quantitative survey for HUS clinicians. The results of the study showed that the introduction of the speech recognition solution at HUS led to considerable cost savings within the first few years. Healthcare service providers can get significant cost benefits in the production of medical records by utilizing speech recognition. In addition, the study concluded that a slight majority of users felt that speech recognition saved their work time and made the process of producing patient reports easier. However, according to users, speech recognition has weakened the quality of patient reports and patient safety. Most users also felt that they have not received sufficient training in using speech recognition. The introduction of the speech recognition solution in the middle of the COVID-19 pandemic and together with the Apotti patient information system probably caused challenges for the adoption of the speech recognition solution among users. The small sample size of the survey makes difficult in drawing conclusions, but the results of the survey can be considered indicative.

Keywords: automatic speech recognition, dictation, electronic healthcare system, medical record, HUS.

## **ESIPUHE**

Haluaisin kiittää kaikkia, jotka auttoivat opinnäytetyöni valmistumisessa.

Kiitos kaikille kyselyyn vastanneille HUS Meilahden yhteispäivystyksen vastuuyksikön lääkäreille.

Kiitos esihenkilölleni, HUS Tietohallinnon kehittämispäällikkö Maiju Jääskeläiselle opinnäytetyöni vastuuhenkilönä toimimisesta sekä ohjauksesta. Kiitos myös joustosta ja mahdollisuudesta opiskella työn ohella.

Kiitos HUS Tietohallinnon IT-kehitysjohtaja Johannes Salmiselle avusta opinnäytetyöni valmistumisessa.

Kiitos HUS Asvian palvelusuunnittelija Henrik Hjerppelle kustannuslaskelmien keräämisestä ja avusta.

Kiitos Jyväskylän yliopiston yliopistonlehtori Ville Seppäselle opinnäytetyöni ohjaajana toimimisesta.

## KUVIOT

KUVIO 1 Tyypillisen automaattisen puheentunnistusjärjestelmän arkkitehtuuri (Yu & Deng, 2016).....	13
KUVIO 2 Tyypillisen hybridimallin (a), ideaalisen End-to-End mallin (b) ja todellisen End-to-End mallin (c) viittekehukset (Li ym., 2020).....	16
KUVIO 3 Edustapuheentunnistus ja taustapuheentunnistus.....	22

## TAULUKOT

TAULUKKO 1: Puheentunnistuksen hyötyjä ja haittoja potilasasiakirjojen tuottamisessa.....	27
TAULUKKO 2: Puheentunnistuksen suosittelu .....	44

## KAAVIOT

KAAVIO 1: HUS Asvia digisanelun ja puheentunnistuksen sisäinen palvelulaskutus.....	40
KAAVIO 2: HUS Asvia tekstinkäsittelypalveluiden henkilöstökulut.....	41
KAAVIO 3: Tapa tuottaa potilaskertomuksia .....	43
KAAVIO 4: Puheentunnistuksen tunnistustarkkuus.....	45
KAAVIO 5: Työajansäästö puheentunnistuksessa .....	45
KAAVIO 6: Potilaskertomuksen laadun parantuminen.....	46
KAAVIO 7: Potilaskertomusten tuottamisprosessin helpottuminen .....	47
KAAVIO 8: Puheentunnistuksen helppokäyttöisyys.....	47
KAAVIO 9: Puheentunnistuksen vaikutukset potilasturvallisuuteen .....	48
KAAVIO 10: Puheentunnistuksen koulutuksen riittävyys .....	49

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
ESIPUHE .....	4
KUVIOT .....	5
TAULUKOT .....	5
KAAVIOT .....	5
SISÄLLYS .....	6
1 JOHDANTO .....	8
2 PUHEENTUNNISTUSTEKNOLOGIA .....	12
2.1 Automaattinen puheentunnistusjärjestelmä .....	12
2.2 Markovin piilomalliin pohjautuva puheentunnistus .....	14
2.2.1 Akustinen malli .....	14
2.2.2 Ääntämismalli .....	15
2.2.3 Kielimalli .....	15
2.3 End-to-End -malliin pohjautuva puheentunnistus .....	15
3 TERVEYDENHUOLTO JA POTILASKERTOMUKSET .....	18
3.1 Terveydenhuollon kustannukset ja sähköiset potilastietojärjestelmät .....	18
3.2 Potilasasiakirjat ja potilaskertomukset .....	19
4 PUHEENTUNNISTUS TERVEYDENHUOLLON POTILASKERTOMUKSISSA .....	21
4.1 Puheentunnistuksen käyttö potilaskertomuksissa .....	21
4.2 Puheentunnistusjärjestelmien hyödyt .....	23
4.3 Puheentunnistusjärjestelmien kritiikki .....	25
5 YHTEENVETO PUHEENTUNNISTUKSEN HYÖDYNTÄMISESTÄ POTILASASIAKIRJOISSA .....	27
6 HUSIN PUHEENTUNNISTUSPROJEKTI .....	30
6.1 Lähtötilanne ja projektin tausta .....	30
6.2 Puheentunnistusprojektin tavoitteet .....	31
6.3 Puheentunnistusratkaisun käyttöönotto HUSissa .....	31

7	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	33
7.1	Tutkimuksen toteutus .....	33
7.2	Sanelijoiden kyselytutkimus .....	34
7.3	Puheentunnistuksen kustannuslaskelmat .....	36
7.4	Tutkimusaineiston analysointi .....	37
8	PUHEENTUNNISTUSRATKAISUN KÄYTTÖÖNOTON VAIKUTUKSET HUSISSA .....	39
8.1	Vaikutukset kustannuksiin .....	39
8.2	Sanelijoiden kokemukset puheentunnistusratkaisusta.....	42
8.2.1	Potilaskertomusten tuottaminen.....	43
8.2.2	Puheentunnistuksen suosittelu .....	43
8.2.3	Käsitys puheentunnistuksen tarkkuudesta.....	44
8.2.4	Työajan säästö puheentunnistuksessa .....	45
8.2.5	Käsitys potilaskertomusten laadusta .....	46
8.2.6	Kokemus potilaskertomusten tuottamisprosessista .....	46
8.2.7	Kokemus puheentunnistuksen helppokäyttöisyydestä .....	47
8.2.8	Käsitys puheentunnistuksen vaikutuksista potilasturvallisuuteen.....	48
8.2.9	Kokemus puheentunnistuksen koulutuksesta.....	48
8.3	Sanelijoiden kyselytutkimuksen yhteenveto .....	49
8.3.1	Toimintatapojen muutos .....	51
9	YHTEENVETO JA POHDINTA .....	53
	LÄHTEET .....	59
	LIITE 1 HUS TUTKIMUSLUPA .....	66
	LIITE 2 KYSELYLOMAKE .....	67
	LIITE 3 TIEDOTE TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA.....	68

# 1 JOHDANTO

OECD-maiden terveydenhuollon käyttömenojen jatkuvan kasvun myötä terveydenhuollon palveluntarjoajat ovat ohjanneet merkittäviä investointeja terveydenhuollon kustannustehokkuuden ja laadun parantamiseen (OECD Health at a Glance, 2021). Yhtenä osa-alueena ovat terveydenhuollon potilasasiakirjat ja niiden sisältämät potilaskertomukset. Potilaskertomukset ovat kriittinen osa potilaan hoitoa ja terveydenhuollon dokumentointia (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjoista, 298/2009). Automaattisella puheentunnistuksella (Automatic Speech Recognition, ASR) voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä potilaskertomusten tuottamisen kustannuksissa, tehokkuudessa ja dokumentaation laadussa.

Yli 500 000 potilasta vuosittain hoitava Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri HUS ei ole poikkeus terveydenhuollon palveluntarjoajista, joka pyrkii jatkuvasti tehostamaan toimintojaan. HUSissa otettiin käyttöön vuosina 2019–2020 automaattinen puheentunnistusratkaisu, jonka tavoitteena oli helpottaa, nopeuttaa ja tehostaa hoitotyötä sekä parantaa potilasturvallisuutta. Ennen puheentunnistusratkaisun käyttöönottoa HUSissa tuotettiin potilaskertomuksia pääosin sanelemalla ja tekstinkäsittelijät kirjoittivat sanelut potilastietojärjestelmään. Tästä käytettiin nimitystä digisanelu. Jo nyt tiedetään, että HUSin puheentunnistusratkaisun käyttöönotto toi yhteensä 150 henkilötyövuoden säästöt, mutta muut vaikutukset vaativat laajempaa tutkimusta (Svahn, 2020).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia, miten HUSin puheentunnistusprojekti vaikutti potilaskertomusten tuottamisprosessin kustannuksiin, työn tehokkuuteen ja käyttäjän kokemiin hyötyihin sen käytöstä. Tässä tutkimuksessa keskityn puheentunnistusteknologiaan ja sen hyödyntämiseen terveydenhuollossa. Pro gradu jakautuu kirjallisuuskatsaukseen sekä tutkimusosioon. Kirjallisuuskatsauksessa käyn läpi tutkimuksen kannalta tarpeelliset aihealueet: puheentunnistusteknologia, terveydenhuolto ja potilaskertomukset sekä puheentunnistuksen käyttö terveydenhuollon potilaskertomuksissa. Tutkimusosiossa käydään läpi HUSin puheentunnistusratkaisun käyttöönottoa ja analysoin sen aiheuttamaa muutosta vanhaan toimintatapaan verrattuna.



Kirjallisuuskatsausta varten haettiin lähteitä Google Scholar hakupalvelusta sekä Jyväskylän yliopiston JYKDOK-tutkimustietokannasta. Aineiston haussa keskityttiin siihen, että ne ovat mahdollisimman ajantasaisia ja laadukkaita tieteellisiä julkaisuja. Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Tutkimusmateriaalia kerättiin HUS Tietohallinnosta, HUS Asviasta ja sanelijoiden kyselytutkimuksella. HUS Tietohallinto vastaa HUSin potilastietojärjestelmien, talous- ja henkilöstöhallinnon järjestelmien sekä tukipalveluiden järjestelmien ylläpidosta (HUS Tietohallinto, 2022). HUS Tietohallinnon asiakirjat ja dokumentit tarjoavat lähteitä itse HUSin puheentunnistusratkaisun toteutustavasta ja käyttöönosta. HUS Asvia tuottaa potilaan hoitoketjuun liittyviä terveydenhuollon tukipalveluja, kuten laitoshuoltopalveluita, henkilöstöpalveluita, talouspalveluita ja tekstinkäsittelypalveluita (HUS Asvia, 2022). HUS Asvia omistaa puheentunnistusjärjestelmään liittyvät data-analytiikat, raportit ja kustannustiedot. Nämä tarjoavat merkittävästi dataa vanhan ja uuden järjestelmän kustannuksista, puheentunnistuksen käyttöasteista ja tunnistustarkkuudesta. Sanelijoiden kyselytutkimuksella hankittiin tietoa siitä, miten toimintatavan muutos näkyy heidän työskentelyssään. Kyselyllä on tarkoitus saada suoraan loppukäyttäjiltä tietoa siitä, onko puheentunnistuksen käyttöönotto saavuttanut tavoitteensa tehokkuudessa ja potilaskertomusten laadullisessa parantumisessa. Kaikkea HUSia koskevaa tiedonkeräystä varten tuli hakea tutkimuslupa.

Tutkielmassa käytettyjen keskeisten käsitteiden lyhyet määritelmät:

- Potilaskertomus (medical record) = Potilasasiakirjoista keskeisin, joka sisältää tiedot potilaan terveydentilasta, hoitokäynneistä, tutkimuksista ja hoidosta (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjoista, 298/2009).
- Automaattinen puheentunnistus (automatic speech recognition) = Tarkoittaa ihmisäänen ymmärrystä tietokoneavusteisesti (Saini & Kaur, 2013).
- Digisanelu (digital dictation) = Perinteinen tapa sanella potilaskertomuksia, lääkäri nauhoittaa sanelun, joka siirtyy tekstinkäsittelyyn purettavaksi. Litteroitu teksti palautuu takaisin hoitokertomukseen (Mohr ym., 2003).
- Terveydenhuoltojärjestelmä (health care system) = Sisältää kaikki toiminnot ja rakenteet, joiden tarkoituksena on vaikuttaa yksilöiden terveyteen (Arah ym., 2006).

Tutkimuksen tavoitteena ja ohjaavana tutkimuskysymyksenä on selvittää:

*Miten puheentunnistusratkaisun käyttöönotto on vaikuttanut potilaskertomusten tuottamiseen HUSissa?*

Puheentunnistuksen käyttöönoton vaikutusten tutkittavia näkökulmia ovat:

- käyttäjätyytyväisyys

- käyttäjien kokemukset hoitotyön tehokkuudesta
- käyttäjien kokemukset dokumentaation laadusta
- käyttäjien kokemukset potilasturvallisuuden parantumisesta
- kustannustehokkuus.

Sähköisten potilastietojärjestelmien käytettävyyssongelmat ja dokumentoinnin taakka voivat aiheuttaa huomattavaa työuupumusta niiden käyttäjien keskuudessa (Goss ym., 2019). Potilasdokumentaation tuottaminen voi viedä jopa kaksi kolmasosaa lääkäreiden päivittäisestä työajasta, johtaen stressiin ja kuormitukseen. Kiireessä laaditut potilaskertomukset voivat olla laaduttomia, joka voi johtaa turhiin kuluihin ja potilasturvallisuuden riskeihin. (Zuchowski & Göller, 2022.)

Puheentunnistus on kiinnostava vaihtoehto potilasasiakirjojen tuottamiseen ja sitä on hyödynnetty terveydenhuollossa jo vuosikymmeniä. Puheentunnistuksen hyötyjä ja haittoja on vertailtu useissa kansainvälisissä tutkimuksissa. On nähty, että puheentunnistuksella voidaan esimerkiksi tehostaa hoitotyötä ja saavuttaa kustannussäästöjä (Saxena ym., 2018). Nämä tutkimukset on kuitenkin pitkälti tehty maissa (Englanti, Saksa, Kiina yms.), joissa järjestelmän kohdekieli eroaa huomattavasti suomen kielestä niin kielellisesti kuin kieltä puhuvien kokonaisuudessaan. Suomen kieltä tunnistavista puheentunnistusjärjestelmistä ei ole tehty montaa tutkimusta edellä mainituista näkökulmista, vaikka puheentunnistusta hyödynnetään jo laajasti.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen vuonna 2021 julkaistun tieto- ja viestintäteknologian käyttöä tutkivan raportin mukaan puheentunnistus oli käytössä jo 81 %:lla sairaanhoitopiireistä vuonna 2020. Perusterveydenhuollossa 32 %:lla oli käytössä puheentunnistusjärjestelmä ja yksityisillä palveluntuottajilla yhteensä viidellä organisaatiolla. (Reponen ym., 2021.)

Lappalaisen ja Määttäsen (2021) opinnäytetyö tutki sanelun ja puheentunnistuksen pilotoinnin vaikutuksia Siun Sotessa. Opinnäytetyön mukaan puheentunnistuspilotti tehosti käyttäjien työaikaa ja helpotti dokumentaation kirjaamista. Pieni otoskoko aiheutti kuitenkin rajoitteita johtopäätösten tekemiselle, eikä tutkimuksessa vertailtu puheentunnistuksen kustannuksia.

Viitasen (2008) sanelumenetelmiä vertailevan tutkimuksen mukaan puheentunnistuksen etuja ovat sen tehokkuus ja tekstin valmistuminen välittömästi. Tutkimuksen mukaan puheentunnistus nähdään tulevaisuuden saneluratkaisuna mutta se ei yksinään ole ratkaisu saneluiden tekemiseen. Tutkimuksen rajoitteina oli sen suppeus sekä vanhuus, sillä puheentunnistusteknologia kehittyi huomattavaa vauhtia.

Ruotsalon (2011) puheentunnistuksen käyttöönottoa tutkivassa tutkimuksessa havaittiin, että lääkärit näkivät puheentunnistuksen käyttöönoton enemmän haitallisena kuin hyödyllisenä. Kyselyn perusteella puheentunnistus kuormittaa lääkäreiden rutiineja toimintatapojen muutoksella. Tutkimuksessa ei vertailtu puheentunnistuksen vaikutuksia kustannuksiin. Tämän lisäksi tutkimusta rajoitti sen pieni otoskoko. Puheentunnistuksen etuina nähtiin kuitenkin

kin sen mahdollisuus tehostaa potilasdokumentaation tuottamista ja siirtymistä terveydenhuollon yksiköiden välillä.

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on tarjota uutta tutkimustietoa suomenkielisen puheentunnistusratkaisun käyttöönoton vaikutuksista potilasasiakirjojen tuottamisessa. Terveydenhuollon palveluntarjoajat saavat koosteen puheentunnistusratkaisun käyttöönoton vaikutuksista suomen suurimassa sairaanhoitopiirissä.

## 2 PUHEENTUNNISTUSTEKNOLOGIA

Puheentunnistus on prosessi, jossa tietokone tunnistaa ihmisen puhetta ja litteoi sen automaattisesti tekstiksi ilman ihmisen tarvetta syöttää tekstiä kirjoittamalla (Al-Aynati & Chorneyko, 2003). Puheentunnistusteknologia on ollut aktiivisen tutkimuksen ja kehityksen kohteena aina 1950-luvulta lähtien. Aiemmin puheesta ei kuitenkaan tullut tärkeää kanavaa ihmisen ja koneen välisessä syötteessä, sillä vaihtoehtoiset viestintätavat, kuten näppäimistö ja hiiri ylittivät huomattavasti koneen kyvyn tunnistaa puhetta (Yu & Deng, 2016). Viime vuosikymmenten harppaukset koneiden laskentatehoissa ja puheentunnistusteknologian kehityksessä ovat muuttaneet tapamme käyttää puhetta vuorovaikutuksessa laitteiden kanssa (Yu & Deng, 2016).

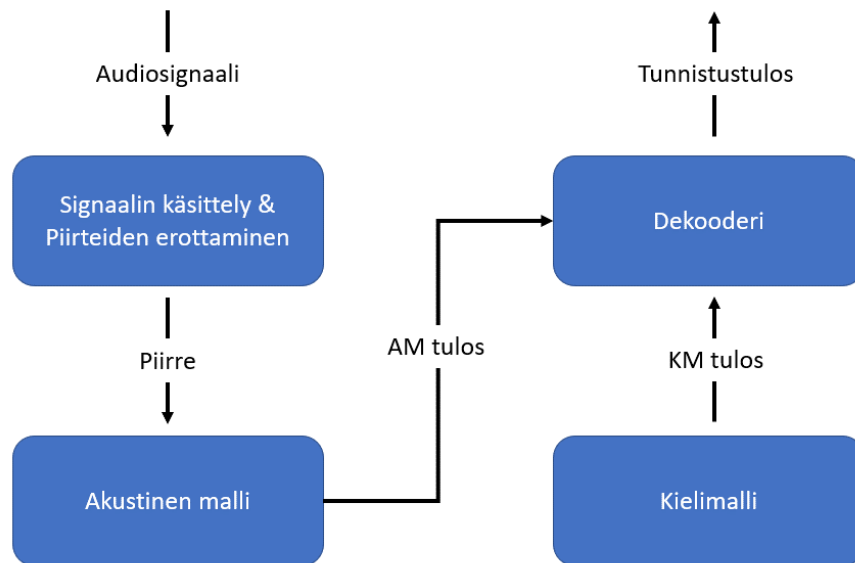
### 2.1 Automaattinen puheentunnistusjärjestelmä

Puhe on ihmisille tehokas ja luonnollinen tapa kommunikoida. Tietokoneelle puheentunnistus on kuitenkin haastava tehtävä, sillä äänen ja puheen lisäksi tietokoneen tulee ymmärtää kieltä. Kieltä voidaan pitää joukkona kelvollisia lauseita, lauseet taas sisältävät syntakseja (kielioppi) ja semantiikkaa eli merkitystä (Sattar & Hafeez, 2019). Tämän vuoksi kieliopillisesti pätevä lause ei ole aina merkityksellistä ja toisin päin. Puheentunnistusjärjestelmän pitää osata näitä molempia, jotta se pystyy tunnistamaan ja tuottamaan järkevää kieltä (Sattar & Hafeez, 2019).

Ensimmäisen toimivan puheentunnistusjärjestelmän katsotaan syntyneen vuonna 1952, kun yhdysvaltalainen Bell Labs suunnitteli puheentunnistimen, joka pystyi tunnistamaan 10 numeroa verraten sisään tulevaa signaalia käsin rakennettuun taustamalliin. Ensimmäisen vuosikymmenen ajan puheentunnistusjärjestelmät pystyivät tunnistamaan vain yksittäisiä sanoja tai äänneitä. 1960–1970-luvuilla tehtyjen läpimurtojen jälkeen japanilaiset tutkijat esittelivät ensimmäisen lineaarisen puheentunnistusteknologian, joka tunnisti jatkuvaa puhetta. 1980-luvulla puheentunnistuksessa alettiin soveltamaan Markovin piilo-

mallin (Hidden Markov Model) tilastoihin perustuvaa teknologiaa. Tätä on pidetty puheentunnistushistorian virstanpylväänä, sillä HMM on ollut hallitseva viitekehys puheentunnistusteknologioissa 1990–2000-luvun aikana, ennen syväoppimistekniikoiden esittelyä. (Wang ym., 2019.)

Tyypillisen automaattisen puheentunnistusjärjestelmän (automatic speech recognition, ASR) arkkitehtuuri koostuu neljästä komponentista Kuvion 1 mukaisesti: signaalin käsittely ja piirteiden erottelu, akustinen malli (AM), kieli-malli (KM) ja dekooderi (Yu & Deng, 2016).



KUVIO 1 Tyypillisen automaattisen puheentunnistusjärjestelmän arkkitehtuuri (Yu & Deng, 2016)

Puheentunnistusprosessi alkaa puheen eli audiosignaalin vastaanottamisella, jonka jälkeen järjestelmä käsittelee audiosignaalin muuntamalla sen analogisesta muodosta digitaaliseen muotoon (Saini & Kaur, 2013). Digitaalisessa signaalinkäsittelyssä audiosignaalista poistetaan mahdolliset kohinat ja kanavasäröt tunnistuksen parantamiseksi (Saini & Kaur, 2013). Piirteiden erottamisen myötä järjestelmä muuntaa audiosignaalin aika-alueelta taajuusalueeksi ja poimii siitä tärkeimmät piirrevektorit, jotka sopivat järjestelmän akustisiin malleihin (Yu & Deng, 2016). Akustinen malli sisältää tietoa puheen akustiikasta ja foneetikasta ja se sisältää ihmispuheeseen liittyvät foneemi- tai alifoneemisekvenssit joihin piirrevektoreita verrataan (Wang ym., 2019). Kielimallia käytetään arvioidun sanasarjan ennustamiseen vertaamalla sanojen välistä korrelaatiota järjestelmän taustasanastoon (Saini & Kaur, 2013). Dekooderi yhdistää akustisen mallinnuksen ja järjestelmän kielimallin tulokset verraten niitä erotettuihin piirrevektoreihin ja luo hypoteesin tunnistustuloksesta, jolla on korkein pistemäärä (Yu & Deng, 2016).

Perusidean ja pohjateknologian erojen perusteella automaattiset puheentunnistusratkaisut voidaan jakaa kahteen luokkaan: Markovin piilomallia ja End-to-End mallia hyödyntäviin ratkaisuihin (Wang ym., 2019).

## 2.2 Markovin piilomalliin pohjautuva puheentunnistus

Kaikkien puheentunnistusjärjestelmien ytimessä on joukko tilastollisia malleja, jotka edustavat tunnistettavan kielen eri ääniä. Markovin piilomalli (hidden Markov model, HMM) on luonnollinen alusta näiden mallien luomiselle, koska puheella on ajallinen rakenne. Tämä rakenne voidaan koodata piirrevektoreiden sekvensseinä (lausunnot, äännähdykset, tavut yms.) kattaen äänen taajuusalueen. (Gales & Young, 2007.)

HMM on tilastollinen malli, jossa mallinnettavaa järjestelmää pidetään Markov-prosessina. Sen tavoitteena on määrittää tuntemattomat (piilotetut) parametrit havaittavissa olevan tiedon perusteella (Chavan & Sable, 2013). Markovin piilomalli jakaa audiosignaalin piirrevektorit useisiin tiloihin. Näitä tulevaisuuden piilossa olevia ”tiloja” ennustetaan vertaamalla nykyistä tilaa edelliseen tilaan. Jokainen HMM-tila voi sisältää rajallisen määrän tiloja ja joukon lähtösymboleita (esim. puheen piirrevektorit), jotka tunnetaan lähtötodennäköisyyksinä (Saini & Kaur, 2013). Puheen piirteiden selittämiseksi yksi HMM prosessi liittyy tilojen välisiin siirtymiin, joita kutsutaan siirtymätodennäköisyyksiksi. Muut prosessit koskevat lähtötilahavaintoja, joita säätelevät Gaussin sekoitusjakaumat puhespektrin vaihtelun likimääräiseksi arvioimiseksi (Saini & Kaur, 2013). Jos jokainen tunnistettu lähtösymboli edustaisi jotakin tilaa, HMM seuraisi tilasiirtymien sekvenssejä ja loisi mallin, joka sisältää todennäköisyyden kunkin tilan siirtymiselle seuraavaan tilaan (Chavan & Sable, 2013). Koska HMM:n seuraavan tilan ennustaminen on riippuvainen aina edellisestä tilasta, hyödynnetään Viterbi-algoritmia. Viterbi-algoritmi ottaa sanojen piirrevektorit syötteenä ja palauttaa vastaavuuden kaikkien yhteensopivien sanamallien kanssa (Chavan & Sable, 2013). Näin HMM:n ei tarvitse käydä läpi kaikkia mahdollisia sekvenssejä (Saini & Kaur, 2013).

Markovin piilomallista on tullut laajalti standardisoitu puheentunnistusteknologia puheentunnistusyhteisössä, mikä johtuu sen kyvystä mallintaa sanojen foneettista siirtymää (Mustafa ym., 2019). Tämän lisäksi kyseistä mallia voidaan opettaa automaattisesti ja sen vaatima laskentateho on toteuttamiskelpoinen useimpiin puheentunnistusratkaisuihin (Chavan & Sable, 2013). HMM-pohjaisten puheentunnistusjärjestelmien tunnistaminen tapahtuu kolmessa toisistaan riippumattomassa osassa, joilla jokaisella on oma rooli tunnistuksen aikana: akustinen malli, ääntämismalli ja kielimalli (Wang ym., 2019).

### 2.2.1 Akustinen malli

Ihmispuhe on erinomainen tapa välittää informaatiota, sillä se mahdollistaa tiedon lähettämisen jopa 20–30 yksikön sekuntinopeudella siinä missä muut audiosignaalit muuttuvat tunnistamattomaksi 15 yksikön jälkeen (Lieberman, 2007). Tämä johtuu siitä, että ihmispuhe on foneemeilla ”koodattu” signaali, jonka sisältämät piirteet dekodataan foneettisiksi segmenteiksi eli sanoiksi (Lieberman, 2007). Foneemi on siis äänen pienin merkityksellisiä piirteitä erot-

tava yksikkö (Lieberman, 2007). Akustinen malli ottaa sisääntulona puheentunnistusjärjestelmän erottelemat piirteet äänisignaalista ja vertaa niitä järjestelmään integroituihin ihmiskielen akustisiin ja foneettisiin malleihin (Wang ym., 2019).

### 2.2.2 Ääntämismalli

Ääntämismalli, jota kutsutaan myös taustasanastoksi, sisältää järjestelmän taustasanastoon pohjautuvia tietoja sanojen lausumisasuista ja fonetiikasta. Tunnistuksen aikana ääntämismalli vertaa akustisen mallin luomaa symbolisarjaa järjestelmän taustasanaston sanajoukkoon. (Saini & Kaur, 2013.)

### 2.2.3 Kielimalli

Kielimalli arvioi oletetun sanajonon todennäköisyyttä vertaamalla tunnistustulosta taustasanastoon ja kielioppiin (Yu & Deng, 2016). Toisin sanoen kielimalli ohjaa tunnistusta ennustamalla sanoja ja vertaamalla niitä edellisiin sanoihin ja kyseisen kielen kielioppiin (Saini & Kaur, 2013). Kielimalleja voidaan luokitella erilaisiin kategorioihin järjestelmästä riippuen: yhtenäisessä mallissa jokaisella sanalla on yhtä suuri tunnistustodennäköisyys, stokastisessa mallissa tunnistus riippuu sitä edeltävästä sanasta, äärellisessä mallissa tunnistus tapahtuu merkki kerrallaan ja kontekstittomassa mallissa koodataan sallitut tunnistustulokset erikseen. (Saini & Kaur, 2013.)

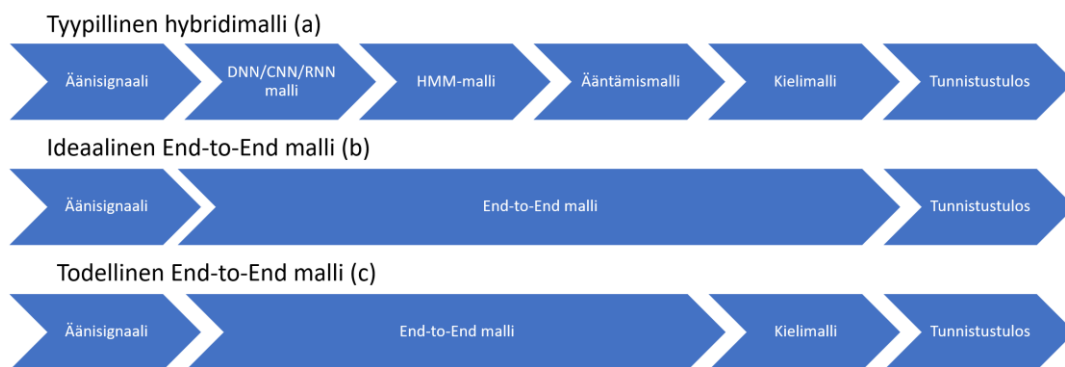
## 2.3 End-to-End -malliin pohjautuva puheentunnistus

Vaikka HMM-perusteisen puheentunnistuksen perusviitekehys ei ole muuttunut vuosien saatossa juurikaan, ovat sen lisäksi kehitetyt yksityiskohtaiset mallinnustekniikat parantaneet puheentunnistustarkkuutta huomattavasti (Gales & Young, 2007). 1980-luvulla tutkijat Kai-Fu Lee ja Carnegie-Méron kehittivät puheentunnistusratkaisun, jossa HMM mallintaa puheen tilaa ja Gaussin sekoitusmalli (Gaussian mixed model, GMM) mallintaa HMM-tilojen todennäköisyyttä (Wang ym., 2019). Kyseinen HMM-GMM -ratkaisu teki läpimurron puheentunnistusratkaisujen tunnistustarkkuudessa ja sitä hyödynnettiin paljon 1990- ja 2000-luvun aikana, kunnes sen tunnistussuorituskykyä ei voitu enää kehittää (Wang ym., 2019). Laskentatehon jatkuvan kasvun, valtaviin taustasanastoiden saatavuuden ja koneoppimismallien kehityksen ansiosta neuroverkot ovat vallanneet puheentunnistusteknologiaa ja kasvattaneet tunnistustarkkuutta huomattavasti 2010-luvulla (Yu & Deng, 2016).

Syväoppimista on sovellettu puheentunnistuksessa tunnistustarkkuuden parantamiseksi. GMM:ää, syväoppivia neuroverkkoja (Deep neural networks, DNN) ja konvoluutioneuroverkkoja (Convolutional neural networks, CNN) käytetään kaikkia laskemaan HMM:n piilevien tilojen todennäköisyyksiä akus-

tisessa mallinnuksessa (Ju ym., 2019). Neuroverkkojen hybridijärjestelmien tehtävänä on laskea HMM-tilojen posteriorinen todennäköisyys, joka korvaa perinteisen GMM-havaintotodennäköisyyden (Wang ym., 2019). DNN:n etuna on sen kyky tutkia epälineaarisia ja monimutkaisia riippuvuussuhteita äänen piirteiden poimimista varten ja optimoida piirteiden esitys ja luokitus samanaikaisesti (Li ym., 2020). HMM hoitaa siis edelleen ajallisen mallinnuksen ja dekodauksen toiminnot, kun taas neuroverkot generoivat tilojen todennäköisyyksiä (Ju ym., 2019). DNN-mallinnuksessa informaation syöttöikkuna on yleensä kiinteä, kun taas CNN-mallinnuksessa informaation syöttö jaetaan eri konvoluutioikkunoiden välillä, mikä tekee mahdolliseksi puheen paremman hierarkisen rakenteen tunnistamisen (Li ym., 2020). Nämä hybridipuheentunnistusjärjestelmät ovat saavuttaneet tunnistustarkkuuden huipputason useissa vertauksissa, mutta niissä on puutteita (Zhang ym., 2017). Niiden koulutusprosessi on monimutkainen ja sitä on vaikeaa optimoida, sillä jokainen hybridijärjestelmän moduuli koulutetaan erikseen käyttäen erilaisia koulutusmenetelmiä ja tietojoukkoja (Wang ym., 2019; Ju ym., 2019).

Edellä mainittujen HMM-pohjaisten hybridimallien haasteiden ja koneoppimisen kehittymisen vuoksi yhä useammat palveluntarjoajat ovat alkaneet kehittää End-to-End -puheentunnistusjärjestelmiä (Wang ym., 2019). Kuten kuvio 2 osoittaa, End-to-End -mallissa tunnistusprosessia on yksinkertaistettu toteuttamalla äänisignaalien kartoitus suoraan ilman HMM:lle tyypillisiä välitiloja (Wang ym., 2019). Ihanteellisessa End-to-End -ratkaisussa äänisignaalit tunnistetaan sanasekvensseiksi yhtenäisellä ja optimoidulla mallilla ja se eliminoi tarpeen hybridijärjestelmien erillisten moduulien (kieli-, ääni- tai akustinen malli) kouluttamiselle (Li ym., 2020, Hu ym., 2020). Nykyisissä End-to-End -ratkaisuissa kielimalli on kuitenkin edelleen tarpeen riittävän tunnistustuloksen saavuttamiseksi (Li ym., 2020).



KUVIO 2 Tyypillisen hybridimallin (a), ideaalisen End-to-End mallin (b) ja todellisen End-to-End mallin (c) viitekehukset (Li ym., 2020).

Tällä hetkellä laajimmin käytetyt mallit automaattisten End-to-End -puheentunnistusjärjestelmien rakentamiseen ovat Hen ym., (2019), Wangin ym., (2019), Lin ym., (2020) ja Luon ym., (2021) mukaan:



- konnektionistinen ajallinen luokittelu (Connectionist-Temporal-Classification, CTC)
- toistuva neuroverkkomuunnin (Recurrent Neural Network-Transducer, RNN-T)
- huomiopohjaiset enkooderi-dekooderimallit (attention based encoder-decoder models).

HMM-DNN -hybridimalli tuottaa edelleen huippuluokan tunnistustuloksia mutta DNN:n osuus on näissä järjestelmissä vaatimaton (Wang ym., 2019). DNN:ää käytetään yleensä mallintamaan HMM:n piilotilojen todennäköisyyksiä, joka edustaa vain paikallista tietoa, mikä johtaa datan kohdistusongelmaan (Wang ym., 2019). CTC:n avulla saatiin aikaan End-to-End -järjestelmien läpimurto, sillä se ratkaisee datan kohdistusongelman ja mahdollistaa DNN:n täysimääräisen hyödyntämisen (Wang ym., 2019). Tämän lisäksi CTC tuottaa sanojen litteroinnin suoraan siinä missä perinteiset mallit tuottivat yksittäisiä foneemeja, mikä yksinkertaistaa huomattavasti puheentunnistusjärjestelmien rakentamista ja koulutusta (Wang ym., 2019). Uusimmat tutkimukset ovat osoittaneet, että vielä parempi tunnistustulos voidaan saavuttaa hyödyntämällä RNN-T- tai huomiopohjaisia enkooderi-dekooderimalleja (He ym., 2019). Yhdistettynä nämä mallit käsittelevät puheentunnistusta sekvenssistä sekvenssiin-tehtävänä, joka oppii puheesta tekstiksi-kartoituksen automaattisesti hermonverkon avulla ilman ulkoista koulutusta keventäen ja parantaen järjestelmän tehokkuutta entisestään (Luo ym., 2021). End-to-End -puheentunnistusjärjestelmien tunnistustarkkuus voi ylittää perinteisten hybridi HMM-RNN -järjestelmien tarkkuuden, jos niitä koulutetaan kattavasti akustisella harjoitusdatalla (10 000 + tuntia) (He ym., 2019). Täydellisen End-to-End -ratkaisun kehittäminen on kuitenkin osoittautunut haastavaksi, sillä End-to-End -puheentunnistusratkaisulla ei ole selkeää eroa akustisen mallin ja kielimallin välillä (Meng ym., 2021). Tutkijat ovat kuitenkin ehdottaneet useita menetelmiä ulkoisen kielimallin integroimiseen End-to-End-puheentunnistukseen ilman ennalta koulutettujen ääni- tai ääni-transkriptioparien hyödyntämistä. Esimerkiksi sisäisen kielimallin estimointimenetelmä (Internal LM estimation method, ILME) integroi kielimallin End-to-End -ratkaisuun ilman ennalta koulutetun datan hyödyntämistä (Meng ym., 2021).

Vaikka End-to-End -mallit saavuttavat huippuluokan tuloksia puheentunnistusjärjestelmien vertailuarvioissa, eivät ne silti ole korvanneet perinteisten HMM-GMM -hybridimallien käyttöä kaupallisissa järjestelmissä. Latenssi, kyky oppia kielimalleja, mukautumiskyky ja hinta ovat kaikki vertailukohtia, jotka End-to-End -ratkaisujen tulee ylittää, jotta niiden käyttöä aletaan soveltaamaan entistä enemmän (Wang ym., 2019). Koska HMM-GMM-mallit ovat saavuttaneet pitkälti täyden potentiaalinsa, jatkuvat End-to-End-ratkaisut tämänhetkisen tutkimuksen painopisteenä automaattisten puheentunnistusjärjestelmien tulevaisuudessa.

### 3 TERVEYDENHUOLTO JA POTILASKERTOMUKSET

Terveydenhuoltojärjestelmälle ei ole yhtä määriteltyä käsitettä, mutta voidaan tunnistaa selkeitä osa-alueita, jotka luovat terveydenhuoltojärjestelmän. WHO:n (2022) mukaan terveydenhuoltojärjestelmä koostuu kolmesta keskenään vuorovaikutuksessa olevasta sidosryhmästä: valtiosta, terveydenhuollon palveluntarjoajista ja kansalaisista. Kansalaisia palvelee terveydenhuollon palveluntarjoajien kautta, jotka ovat vastuussaan heidän terveytensä parantamisesta ja ylläpitämisestä hoidon, ehkäisyn ja valvonnan kautta (WHO, 2022). Valtion ja hallinnon kuuluu varmistaa, että terveydenhuoltojärjestelmän toimivuuden kannalta tarpeelliset puitteet ja resurssit ovat olemassa.

Jokaisen terveydenhuoltojärjestelmän on ylläpidettävä neljää talouden perustoimintoa toimiakseen: rahoitus, palveluiden tarjoaminen, taloudenhoito ja resurssien kehittäminen. Ihmisresurssit ovat terveydenhuollon kulmakivi, sillä lääkärit, sairaanhoitajat ja muu henkilöstö ovat suorassa yhteydessä potilaisiin ja heidän hoitoonsa. Aineelliset resurssit kuten tilat, lääkkeet, lääkinnälliset teknologiat ja potilastietojärjestelmät ovat jatkuvan kehityksen alla, jotta ihmisresurssien kuormitusta ja terveydenhuollon kokonaiskustannuksia saataisiin laskettua. (Ćwiklicki, Klich & Chen, 2020.)

#### 3.1 Terveydenhuollon kustannukset ja sähköiset potilastietojärjestelmät

Terveydenhuollon saatavuuden, laadun ja väestön vanhenemisen seurauksena terveydenhuoltojärjestelmät ovat olleet maailmanlaajuisessa murroksessa, jossa jatkuva kustannusten nousu on vaikuttanut niiden kestävyYTEEN. Terveydenhuollon rahoituksen lisääminen ei kuitenkaan aina johda parempaan kustannustehokkuuteen tai hoidon laatuun (Gavurova ym., 2021). Terveydenhuollon käyttömenot ovat kasvaneet taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön (OECD) maissa poikkeuksetta vuosittain vajaan 20 vuoden aikana (Gavurova ym., 2021). Esimerkiksi Suomen terveydenhuollon (ostovoimakorjatut) kustan-

nukset asukasta kohden ovat kasvaneet 1829 Yhdysvaltain dollarista (vuonna 2000) aina 4561 dollariin (vuonna 2019) saakka ja ne ovat nykyään 9,2 % bruttokansantuotteestamme (OECD, 2021). Tutkimukset ovat osoittaneet, että tehottomuus on ensisijainen ongelma kaikissa terveydenhuoltojärjestelmissä (Gavurova ym., 2021). Onkin ymmärrettävää, että erityisesti terveydenhuollon IT-järjestelmät ovat olleet huomattavien investointien kohteena ja niiden tavoitteena on ollut parantaa kustannustehokkuutta ja hoidon laatua.

Sähköisten terveystietojärjestelmien (Electronic Health Record, EHR) ja sähköisten potilaskertomusjärjestelmien (Electronic Medical Record, EMR) käyttöönottojen lisääntyminen 2010-luvulla ovat mahdollistaneet entistä tehokkaamman tiedon jakamisen kliinisen hoitohenkilökunnan kesken (Baumann ym., 2018; OECD, 2021). Näitä samalta kuulostavia termejä käytetään joskus keskenään vaihtoehtoisesti mutta todellisuudessa niissä on eroja. EMR on sähköinen potilaskertomus, joka on tuotettu potilaan kohdesairaalassa ja joka yleensä myös jää sen sisäisiin potilastietoarkistoihin (Heart ym., 2017). EHR on kuin EMR mutta se on suunniteltu tavoittamaan organisaation ulkopuoliset terveydenhuollon palveluntarjoajat (Heart ym., 2017). EHR-järjestelmien ensisijaisena tavoitteena on parantaa tiedonkulkua ja tiedon saatavuutta reaaliajassa ja tätä kautta parantaa potilaan hoitoa ja terveydenhuollon tehokkuutta (Baumann ym., 2018). Jos EHR-järjestelmän käyttöönotto on toteutettu huonosti, voi se hidastaa dokumentoinnin nopeutta ja heikentää hoidon laatua (Baumann ym., 2018).

### 3.2 Potilasasiakirjat ja potilaskertomukset

Potilasasiakirjat ovat kaikkia potilaan hoidon tai kuolemansyyn selvittämisen yhteydessä syntyneitä tai muualta saatuja tietoja ja asiakirjoja. Potilasasiakirjojen tulee tarjota laajuudeltaan riittävästi ja kronologisessa järjestyksessä potilaan hoidon suunnitteluun, järjestämiseen ja toteuttamiseen liittyvät tiedot. Potilasasiakirjat ovat hyvän ja onnistuneen hoidon kulmakiviä ja siksi niiden tulee olla ymmärrettäviä ja sisältää vain yleisesti hyväksytyjä käsitteitä. Potilasasiakirjoista yksi tärkein on potilaskertomus, joka sisältää kaikki hoidolliset perustiedot potilaasta kuten: henkilötiedot, tulosy, esitila, nykytila, tutkimustulokset, johtopäätökset sekä hoidon kokonaisvaltainen seuranta alusta loppuun. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjoista, 298/2009.)

Suomessa potilasasiakirjat ja erityisesti potilaskertomukset tulee tallentaa lain mukaan sähköisesti valtakunnalliseen Kelan ylläpitämään Potilastiedon arkistoon (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjoista, 298/2009). Sähköisistä potilasasiakirjoista on nopeasti tulossa pakollisia maailmanlaajuisesti sillä ne voivat parantaa dokumentaation eheyttä, sekä tarkkuutta siten myös hoidon laatua (Hodgson ym., 2017). Potilasturvallisuuden kannalta hoidon toimenpiteiden kattava, tarkka ja oikea-aikainen dokumentointi on erittäin tärkeää (Zuchowski & Göller, 2022). Huonosti tuotetut potilasasiakirjat voivat

johtaa tarpeettomiin lääketieteellisiin tutkimuksiin, turhiin kuluihin ja potilasturvallisuuden vaarantumiseen (Zuchowski & Göller, 2022).

Potilasasiakirjojen laatiminen voi viedä jopa 65 % lääkäreiden päivittäisestä työajasta, mikä on selvä stressitekijä alati kuormittuville lääkäreille ja se johtaa suurempaan tyytymättömyyteen (Zuchowski & Göller, 2022; Ajami, 2016). Useissa tapauksissa sairaalat ovat turvautuneet erillisiin tekstinkäsittelypalveluihin helpottamaan lääkäreiden työtaakkaa ja kasvattaakseen dokumentaation laadukkuutta. Perinteisessä digitaalisessa sanelujärjestelmässä lääkärin sanelema potilaskertomus tallennetaan digitaalseksi äänitallenteeksi. Tämä tallenne lähetetään erilliselle tekstinkäsittelijälle, joka kuuntelee ja litteroi sanelun puhtaaksi tekstiksi. Litteroitu potilaskertomus palaa lääkärille potilaan merkintään, jossa lääkäri tarkistaa potilaskertomuksen eheyden ja merkitsee sen valmiiksi. Tähän prosessiin voi mennä prioriteetti luokasta riippuen kymmenistä minuuteista aina päiviin asti pidentäen väistämättä potilaskertomuksen valmistumisaikaa. (Mohr ym., 2003.)

## 4 PUHEENTUNNISTUS TERVEYDENHUOLLON POTILASKERTOMUKSISSA

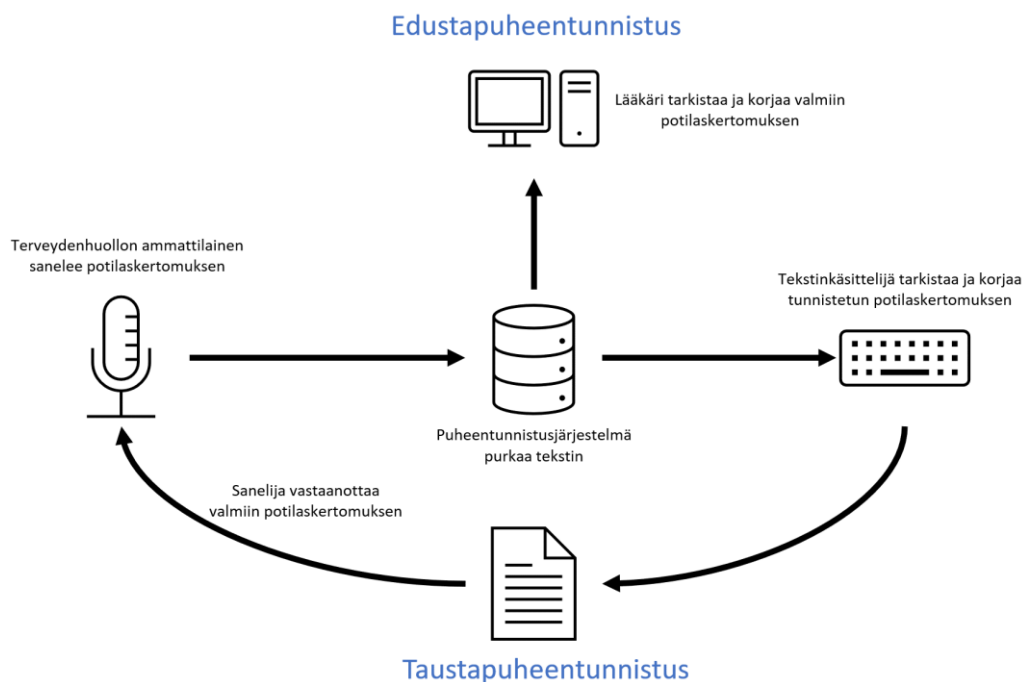
Terveydenhuoltojärjestelmät ovat viimeisen vuosikymmenen aikana kokeneet merkittäviä muutoksia entistä parempien ja tehokkaampien palveluiden toimitamisessa. Tästä huolimatta maailmanlaajuisesti kamppaillaan samojen ongelmien kanssa, jotka aiheuttavat haasteita terveydenhuoltojärjestelmien kestävyydelle. Ongelmia ovat mm. nopeasti ikääntyvä väestö, kroonisten sairauksien kasvava määrä, nousevat hoitokustannukset, työvoiman puute ja hoitohenkilökunnan loppuun palaminen (Latif ym., 2021). Kliinisen dokumentaation, työnkulkujen, kustannustehokkuuden ja terveydenhuoltojärjestelmien kehittäminen nähdään tärkeämpänä kuin koskaan. Puheentunnistusta hyödynnetään terveydenhuollossa erityisesti potilaskertomusten tuottamisessa (Latif ym., 2021). Potilaskertomusten tuottaminen hyödyntämällä automaattista puheentunnistusta on houkutteleva ja tutkimusten mukaan edullinen vaihtoehto potilaskertomusten luontiin.

### 4.1 Puheentunnistuksen käyttö potilaskertomuksissa

Puheentunnistusteknologian käyttöönotto ja integrointi terveydenhuollon tietojärjestelmiin ja terveydenhuollon asiantuntijoiden työnkulkuihin on edistynyt huomattavasti 2000-luvulla (Saxena ym., 2018). Automaattisella puheentunnistusteknologialla on pitkät juuret aina 1950-luvulta alkaen (Chavan & Sable, 2013) ja ensimmäiset käyttötapaukset terveydenhuollosta löytyvät 1980-luvulta, kun sen käyttäminen aloitettiin radiologiassa Yhdysvalloissa (Leeming ym., 1981). Silloisen aikakauden puheentunnistimet vaativat käyttäjiltä jopa 200 millisekunnin taukoja jokaisen sanan välissä ja ne pystyivät tunnistamaan korkeintaan 75 sanaa minuutissa verrattuna nykyisiin järjestelmiin, jotka tunnistavat 160-250 sanaa minuutissa vastaten luonnollista puhenopeutta (Al-Aynati & Chorneyko, 2003). Puheentunnistuksen käyttö potilaskertomusten tuottamisessa on ollut aina haasteellista, sillä lääketieteellinen puhe eroaa tavallisesta keskustelupu-

heesta monella tapaa. Puheen tahdistus on vaihtelevaa, lauseista puuttuu selkeät rajat ja liitoskohdat, puhetta tauotetaan sekä asioita toistetaan (Edwards ym., 2017). Tämän lisäksi lääketieteellinen kieli sisältää erittäin monimutkaisia tuhansien lääkkeiden ja sairauksien nimiä kuin myös matemaattisia lukuja (Edwards ym., 2017). Sanastojen hintavuuden ja haastavuuden takia puheentunnistusta aloitettiin ensimmäisenä hyödyntämään spesifeissä erikoisaloissa, kuten radiologiassa ja patologiassa, joiden suorituskyky riippui kliinisen dokumentaation valmistumisajasta (Ajami, 2016). Nykyiset järjestelmät kattavat useiden satojen tuhansien sanojen erikoisalakohdaisia sanastoja (Ajami, 2016).

Puheentunnistusta hyödynnetään potilaskertomusten luonnissa yleensä kahdella tapaa alla olevan kuvan (kuvio 3) mukaisesti: Taustapuheentunnistuksena (back-end speech recognition) ja edustapuheentunnistuksena (front-end speech recognition) (Vogel ym., 2015). Taustapuheentunnistuksessa terveydenhuollon ammattilainen sanelee potilaskertomuksen kuten perinteisen digisanelun, mutta sanelu kulkee puheentunnistusjärjestelmän läpi, jossa se litteroituu valmiiksi tekstiksi (Saxena ym., 2018). Tekstinkäsittelijät tarkistavat tekstin ennen palauttamista lääkärille. Vaikka taustapuheentunnistus on nopeampaa kuin, että tekstinkäsittelijät litteroivat normaalit digisanelut, on se silti huomattavasti hitaampaa kuin edustapuheentunnistus (Saxena ym., 2018). Taustapuheentunnistetun potilaskertomuksen laatu on kuitenkin erinomainen tekstinkäsittelijän ja lääkärin tarkistuksen jälkeen. Edustapuheentunnistuksessa sanelu tunnistuu välittömästi valmiiksi tekstiksi ja terveydenhuollon ammattilaisen käytettäväksi (Vogel ym., 2015). Lääkärin tekemän tarkistuksen ja korjausten jälkeen potilaskertomus on valmis tallennettavaksi ilman viivettä tai välikäsiä (Vogel ym., 2015).



KUVIO 3 Edustapuheentunnistus ja taustapuheentunnistus.

## 4.2 Puheentunnistusjärjestelmien hyödyt

Potilastietojen digitalisointi on vähentänyt lääketieteelliseen dokumentointiin käytettyä aikaa, mutta henkilöstövajeen ja aikapaineiden lisääntyessä dokumentointi voidaan nähdä yhä kuormittavana taakkana. Vaikka transkriptiopalvelut säästävät lääkäreiden aikaa, aiheuttavat ne silti ylimääräisiä työvaiheita, viivettä ja työvoimakustannuksia potilasasiakirjojen tuottamisessa (Zuchowski & Göller, 2022).

Puheentunnistusta hyödyntämällä voidaan tutkimusten mukaan saavuttaa hyötyjä neljässä kategoriassa: hoitotyön tehokkuudessa, käyttäjätyytyväisyydessä, kustannustehokkuudessa ja dokumentaation laadussa. Puheentunnistuksen hyödyistä ja haitoista on tehty lukuisia tutkimuksia ja koonteja viimeisten vuosikymmenten aikana. Aikaisemman tutkimuksen ja puheentunnistusteknologian kehittymisestä johtuen vertaillaan tässä tutkimuksessa vain tuoreempia vuodesta 2015 lähtien tehtyjä tutkimuksia.

Terveystieteiden ammattilaiset voivat enimmillään käyttää jopa 3–4 tuntia työpäivästään potilasasiakirjojen tuottamiseen, mikä vähentää aikaa mahdolliselta potilaan hoitotyöltä (Zuchowski & Göller, 2022). Vogelini ym. (2015) tutkimuksen mukaan puheentunnistuksen käyttö kasvatti lääkäreiden dokumentaationopeutta 25,7 % verrattuna käsin kirjoittamiseen. Tämän lisäksi puheentunnistuksen käyttö dokumentaatiossa kasvatti lääkäreiden tyytyväisyyttä esimerkiksi työergonomian parantumisena. Tutkimusryhmän mukaan puheentunnistuksen merkittävin vaikutus ei ollut pelkästään sen tuoma ajansäästö, vaan myös dokumentaatioiden pituuden ja volyymin huomattava kasvu puheentunnistuksen käyttäjillä.

Myös muissa tutkimuksissa on todettu vastaavia hyötyjä. Ahlgrim ym. (2016) tutkimuksen mukaan potilasasiakirjojen läpimenoaika väheni 50 %:lla ja valtaosa puheentunnistuksen käyttäjistä raportoi merkittävistä ajansäästöistä puheentunnistuksen käyttöönoton ansiosta. Puheentunnistuksen käyttöönoton ei myöskään raportoitu lisäävän työmäärää (Ahlgrim ym., 2016).

Saxenan ym. (2018) puheentunnistuksen hyötyjä mittaavan 31 kuukautta kestäneen tutkimuksen (kattaen ajan ennen käyttöönottoa, pilotin, käyttöönoton ja käyttöönoton jälkeisen ajan) mukaan 84 % puheentunnistuksen käyttäjistä raportoi merkittävistä parannuksista heidän työnkuluissaan. 57 % käyttäjistä raportoi, että heidän mielestään potilasasiakirjoihin käytetty kokonaisaika väheni puheentunnistuksen myötä. Puheentunnistusjärjestelmän käyttöönoton jälkeen 74 % käyttäjistä valitsi mieluummin puheentunnistuksen näppäimistöllä kirjoittamisen sijaan, mikä kertoo korkeasta käyttäjätyytyväisyydestä. Tutkimuksen mukaan huimat 95 % käyttäjistä oli tyytyväisiä puheentunnistuksen implementointiin.

Puheentunnistuksen tarkkuuden kehittyminen vuosien saatossa näkyy myös tutkimusten tuloksissa. Zuchowski & Göllerin (2022) tutkimuksen mukaan puheentunnistusta käyttämällä pystyttiin luomaan potilasasiakirjoja 43 % nopeammin verrattuna käsin kirjoittamiseen.

Puheentunnistuksen käyttö voi tuoda myös merkittäviä suoria ja välillisiä säästöjä sairaalan kustannuksissa. Suorin ja suurin säästö voidaan saavuttaa, mikäli sairaala käyttää tekstinkäsittelypalveluita potilaskertomusten kirjoittamiseen. Saxenan ym. (2018) tutkimuksen mukaan kohdesairaalan puheentunnistuksen käyttöönoton myötä kustannuksissa saavutettiin 81,3 % säästö, kun transkriptiopalveluihin käytetyt kustannukset tippuivat 89 400 Yhdysvaltain dollarista kuukaudessa 16 700 Yhdysvaltain dollariin ja jatkoivat laskuaan koko tutkimuksen ajan. Tulee kuitenkin huomioida, että kyseisessä tutkimuksessa ei kerrottu, kuinka paljon puheentunnistusjärjestelmän käyttöönotto maksoi, taikka kuinka paljon puheentunnistetun tai litteroidun sanelun käyttökustannukset erosivat. Puheentunnistusjärjestelmän todellisia kustannushyötyjä on myös usein haastavaa arvioida, sillä monet hyödyt ovat välillisiä kuten lääkäreiden ajan vapautuminen muuhun hoitotyöhön, mahdollinen työuupumuksen ja poissaolojen vähentyminen sekä hoidon laadun parantuminen dokumentaation laadun, oikea-aikaisuuden ja viiveettömyyden takia (Saxena ym., 2018).

Aikaisemmat tutkimukset puoltavat myös puheentunnistuksen säästöjen puolesta kuten Yhdysvaltalaisen sairaalan saavuttamat 530 000 Yhdysvaltain dollarin vuosittaiset säästöt (Antiles ym., 2000) ja englantilaisen sairaalan saavuttamat 20 000 punnan vuosittaiset säästöt henkilöstökuluissa (Rana ym., 2005). Valtaosa puheentunnistuksen kustannushyötyihin keskittyvistä tutkimuksista ovat kuitenkin vanhoja, ja ne käsittelevät yleensä radiologian erikoisalaa. Tämä tutkimus tarjoaa kustannushyötyihin uutta tietoa, sillä tuoreempia tutkimuksia on vaikeaa löytää erityisesti kaikilta sairaanhoidon erikoisaloilta.

Dokumentaatiovirheet, kuten virheellisten tietojen rekisteröinti, lukukelvottomuus ja epäselvät dokumentaatiot heikentävät kaikki potilasasiakirjojen laatua ja voivat pahimmillaan johtaa hoitovirheisiin ja kuolemiin (Ajami, 2016). Puheentunnistuksen käyttö voi vaikuttaa potilasasiakirjojen laatuun ja sen seurauksena potilaan hoitoon positiivisesti. Blackleyn ym. (2020) tutkimuksessa ulkopuoliset lääkärit pisteyttivät puheentunnistettuja ja käsin kirjoitettuja dokumentteja. Havaittiin, että puheentunnistuksella tuotetut potilasasiakirjat olivat selkeämpiä, eheämpiä ja kattavampia tiedoltaan kuin käsin kirjoitetut.

Saxenan ym. (2018) tutkimuksen mukaan yli 80 % lääkäreistä ilmoitti puheentunnistuksen parantaneen potilasasiakirjojen laatua ja 60 % heistä ilmoitti käyttävänsä vähemmän aikaa dokumentteihin liittyviin selvennyksiin ja kysymyksiin. Zuchowskin & Göllerin (2022) tutkimuksessa puheentunnistuksen osoitettiin olevan tarkempaa (0,15 virhettä riviä kohden) kuin käsin kirjoittaminen (0,3 virhettä riviä kohden). Puheentunnistuksella tunnistettujen virheiden korjaamiseen meni 0,1 sekuntia pidempään per korjaus, mutta tämä ei ollut merkittävää, sillä pidempien tekstien käsin kirjoittaminen aiheutti enemmän virheitä kuin puheentunnistuksen käyttäminen (Zuchowski & Göller, 2022). Puheentunnistuksen käyttö voi vähentää kirjoitusvirheitä, mikä johtaa laadukkaampaan dokumentaatioon, mahdollisten lääketieteellisten virheiden vähenemiseen ja terveydenhuollon laadun parantumiseen ja kokonaiskustannusten vähentymiseen (Zuchowski & Göller, 2022). Laadukas dokumentaatio on myös



tärkeää palveluntarjoajien ja potilaiden oikeudellisista näkökulmista, sillä potilasiakirjoilla on yleensä lakiin määrättyjä vaatimuksia (Ajami, 2016).

### 4.3 Puheentunnistusjärjestelmien kritiikki

Puheentunnistuksen käyttö potilaskertomusten tuottamiseen ei ole kuitenkaan kaikenkattava ratkaisu kaikkiin terveydenhuollon dokumentaatioon liittyviin ongelmiin. Puheentunnistuksen käyttö on saanut myös paljon kritiikkiä osakseen ja sen todellisia hyötyjä on kyseenalaistettu useissa tutkimuksissa. Se on saanut kritiikkiä esimerkiksi tunnistustarkkuuden, dokumentaation virheiden, käyttäjien käytön hyväksymisen, todellisten kustannus- ja tehokkuushyötyjen sekä muiden kuin suurien kielten toimivuuden osalta.

Blackleyn ym. (2020) tutkimuksessa vertailtiin puheentunnistuksen todellisia hyötyjä verrattuna käsin kirjoittamiseen. Tutkimuksessa havaittiin, että käyttäjät lähinnä kokivat puheentunnistuksen säästävän heidän aikaansa, sillä sitä pidettiin helpompana kuin kirjoittaminen. Todellisuudessa puheentunnistuksen käyttö oli vain marginaalisesti nopeampaa eikä sen havaittu olevan tarkempaa. Tämän lisäksi sanellut tekstit olivat 1,8 kertaa pidempiä kuin käsinkirjoitetut ja ne sisälsivät 1,4 kertaa vähemmän uniikkeja sanoja viitaten siihen, että puheentunnistettujen dokumenttien kasvanut pituus saattaa johtua toistosta (Blackley ym., 2020). Tämä kyseenalaistaa dokumentaation laadun parantamisen puheentunnistusta käyttämällä.

Hodgsonin ym. (2017) päivystyspoliklinikalla tehdyn tutkimuksen mukaan edustapuheentunnistuksen käyttö oli jopa yli 18 % hitaampaa kuin tietokoneella käsin kirjoittaminen. Tämän lisäksi dokumentteihin syntyi kirjoitusvirheitä yli 4 kertaa enemmän, joista osa oli potilasturvallisuuden mahdollisesti vaarantavia (Hodgson ym., 2017). Puheentunnistuksen todellinen tunnistustarkkuus on kyseenalaistettu myös muissa tutkimuksissa. Zhoun ym. (2018) taustatunnistusjärjestelmää vertailevassa tutkimuksessa tunnistetussa tekstissä oli 7,4 virhettä per 100 sanaa, kun se saapui tekstinkäsittelijöiden tarkastettavaksi. Tekstinkäsittelijöiden ja sanelijan tarkastuksen jälkeen dokumentin virheet tippuivat 0,3 prosenttiin (Zhou ym., 2018). Monet sairaalat ovat luopumassa taustatunnistusjärjestelmistä siirtyessään edustatunnistusjärjestelmiin ja tällöin muokkausvastuun siirtäminen lääkäreille voi lisätä dokumentaatiovirheitä ja kasvattaa dokumentointiin käytettyä aikaa (Zhou ym., 2018). Tämä voi luoda ristiriidan puheentunnistusjärjestelmien kustannushyödyille, sillä lääkäreiden työaika on usein huomattavasti kalliimpaa kuin tekstinkäsittelijöiden.

Puheentunnistuksen tarkkuus vaihtelee myös eri kielten ja sanelijoiden välillä. Aikaisemmin mainitussa Vogelín ym. (2015) tutkimuksessa puheentunnistuksen havaittiin olevan nopeampaa kuin käsin kirjoittaminen, mutta se suosi järjestelmän kohdekieltä (saksa) äidinkielenään puhuvia. Ulkomaalaisten puhujien oli haastavaa käyttää järjestelmää aksentin ja huonon kieliopin vuoksi (Vogel ym., 2015). Kielten monimuotoisuus on toinen suuri ongelma puheentunnistukselle. Maailman väestöstä 94 %:n kesken puhutaan 389 kieltä, mutta

puheentunnistusjärjestelmien kielimalleja on luotu vain murto-osalle näistä (Latif ym., 2021). Kielten epätasapaino aiheuttaa esteitä puheentunnistusjärjestelmien käyttöönotolle ja järjestelmien hyödyistä tehtäville tutkimuksille. Puheentunnistusteknologian kehitys auttaa onneksi tähänkin, sillä modernit End-to-End -järjestelmät voivat hyödyntää kuuntele, osallistu ja lausu -malleja (Listen, Attend and Spell, LAS), joissa järjestelmä oppii lennosta kielimallin ilman ennalta määrättyä taustadataa (Chiu ym., 2018).

## 5 Yhteenveto puheentunnistuksen hyödyntämisestä potilasasiakirjoissa

Puheentunnistusta on hyödynnetty terveydenhuollon potilasasiakirjojen tuottamisessa jo vuosikymmeniä. Tästä huolimatta sen hyödyistä ja haitoista on ristiriitaisia tuloksia eri tutkimusten välillä. Puheentunnistus tarjoaa kiistattomia hyötyjä kuten potilaskertomusten nopeamman valmistumisajan digisaneluun verrattuna. Samalla sen todelliset vaikutukset kustannuksiin ja dokumentaation laatuun vaihtelevat tutkimusten mukaan. Taulukossa 1 tarkastelen kirjallisuuskatsauksen myötä tunnistettuja puheentunnistuksen hyötyjä ja haittoja potilasasiakirjojen tuottamisessa. Lähdemateriaalien tutkimuskohteet on jaoteltu kuuteen kategoriaan: dokumentaatioon liittyvät kustannukset, dokumentaation laatu, puheentunnistuksen tarkkuus, dokumentaationopeus, käyttäjien käsitykset puheentunnistuksen vaikutuksista ja muut vaikutukset. Tutkimuskohteet liittyvät yksityiskohtaisemmin tässä tutkielmassa tarkasteltaviin päänäkökulmiin, joita ovat kustannustehokkuus, hoitotyön tehokkuus ja käyttäjätyytyväisyys.

TAULUKKO 1: Puheentunnistuksen hyötyjä ja haittoja potilasasiakirjojen tuottamisessa.

Tutkimuskohde	Kirjallisuuskatsauksen löydökset
Dokumentaatioon liittyvät kustannukset	81,3% säästö transkriptiopalveluiden kuukausittaisissa kustannuksissa (Saxena ym., 2018).
	530 000 \$ vuosittaiset säästöt henkilöstökuluissa (Antiles ym., 2000).
	20 000 £ vuosittaiset säästöt henkilöstökuluissa (Rana ym., 2005)
	Epäsuorat kustannushyödyt kuten säästöt lääkäreiden työajassa, työuupumuksen ja poissaolojen vähentyminen, hoidon ja dokumentaation laadun parantuminen (Saxena ym., 2018).

	Todelliset kustannushyödyt epäselviä, dokumentaatioon käytetty aika saattaa kasvaa ja lääkäreiden työaika on huomattavasti tekstinkäsittelijöitä kalliimpaa (Zhou ym., 2018).
Dokumentaation laatu	Lääkärit pisteyttivät puheentunnistuksella luodut asiakirjat selkeämmiksi, eheämmiksi ja kattavammiksi kuin käsin kirjoitetut asiakirjat (Blackley ym., 2020).
	Yli 80 % lääkäreistä ilmoitti puheentunnistuksen parantaneen potilasasiakirjojen laatua (Saxena ym., 2018).
	Puheentunnistetut tekstit olivat pidempiä mutta sisälsivät enemmän toistoa heikentäen dokumentin laatua (Blackley ym., 2020).
	Puheentunnistettuihin teksteihin syntyi 4 kertaa enemmän virheitä, joista osa oli potilasturvallisuuden vaarantavia (Hodgson ym., 2017).
Puheentunnistuksen tarkkuus	0,15 virhettä puheentunnistetussa ja 0,3 virhettä käsin kirjoitetussa per 100 sanaa (Zuchowski & Göller, 2022).
	Puheentunnistetussa tekstissä oli 7,4 virhettä 100 sanaa kohden tarkoittaen verraten huonoa tunnistustulosta ja vaatien paljon manuaalista korjausta (Zhou ym., 2018).
	Huonompi tunnistustarkkuus niillä, jotka eivät puhu järjestelmän kohdekieltä äidinkielenään (Vogel ym., 2015).
Dokumentaationopeus	Dokumentaationopeus kasvoi puheentunnistuksella 25,7 % verrattuna käsin kirjoittamiseen (Vogel ym., 2015).
	Dokumentaationopeus kasvoi 43 % puheentunnistusta hyödyntämällä verrattuna käsin kirjoittamiseen (Zuchowski & Göller, 2022).
	Dokumenttien volyymin huomattava kasvu puheentunnistuksen myötä (Vogel ym., 2015).
	Dokumenttien valmistumisaika väheni 50 % :lla verrattuna transkriptiopalveluun (Ahlgrim ym., 2016).
	Päivystyspoliklinikalla puheentunnistuksen käyttö oli yli 18 % hitaampaa kuin käsin kirjoittaminen (Hodgson ym., 2017).
Käyttäjien käsitykset puheentunnistuksen vaikutuksista	Käyttäjien mielestä puheentunnistus paransi työergonomiaa (Vogel ym., 2015).
	Puheentunnistus nopeutti dokumenttien valmistumista eikä kas-

	vattanut työtaakkaa (Ahlgrim ym., 2016).
	84 % puheentunnistuksen käyttäjistä raportoi työnkulun merkittävistä parannuksista ja 57 % raportoi dokumentaatioon käytetyn ajan vähentyneen (Saxena ym., 2018).
	74 % käyttäjistä valitsi mieluummin puheentunnistuksen käsin kirjoittamisen sijaan (Saxena ym., 2018).
	Havaittiin, että käyttäjät lähinnä kokivat puheentunnistuksen säästävän työaika ilman merkittäviä todisteita (Blackley ym., 2020).
Muut löydökset	Puheentunnistusjärjestelmän kielimalleja luotu vain murto-osalle maailman kielistä aiheuttaen epätasapainon käyttöönotolle ja tutkimukselle (Vogel ym., 2015).

Kirjallisuuskatsauksen rajoitteena oli lähdemateriaalin keskittyminen pitkälti maailmassa eniten puhuttuihin kieliin (englanti, saksa ja kiina) sekä radiologian ja patologian erikoisaloihin. Aineisto oli kuitenkin pääosin laadukasta ja ajantasaista, mikä viittaa puheentunnistuksen kiinnostavuuteen tutkimuskohteena. Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että puheentunnistuksen potentiaali on kiistaton, mutta siinä on vielä kehitettävää, jotta sen hyödyt ylittävät täysimääräisesti haitat. Nopeasti kehittyvä teknologia parantaa puheentunnistuksen käyttömahdollisuuksia entisestään ja siksi se toimiikin kiinnostavana tutkimuskohteena myös tulevaisuudessa.

## 6 HUSIN PUHEENTUNNISTUSPROJEKTI

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä tuotetaan noin 1,8 miljoonaa saneltua potilaskertomusta vuodessa. HUS Asvia (entinen HUS Tukipalvelut) kirjoitti näitä saneluuta 350 tekstinkäsittelijän voimin. Käytössä olleen Dicteon-digisanelujärjestelmän kehittämistä ei katsottu järkeväksi, sillä se ei pystynyt vastaamaan HUSin kasvavaan tarpeeseen saneluiden tuottamisen osalta. Tästä johtuen HUS Asvia lähti selvittämään puheentunnistuksen soveltuvuutta potilasdokumentaation tueksi. (HUS Tietohallinto, 2018).

### 6.1 Lähtötilanne ja projektin tausta

HUS Asvia on HUSin tukipalveluyksikkö, joka tuottaa HUSille laitoshuoltopalveluja, potilas- ja henkilöstöpalveluja, osastonsihteerin- ja tekstinkäsittelypalveluita sekä paljon muuta (HUS Asvia, 2022). Puheentunnistushanke käynnistyi HUS Asvian aloitteesta, jossa haluttiin selvittää uusia tapoja kehittää ja tuottaa potilasdokumentaatiota. Hankkeen lähtökohtina olivat potilasturvallisuus, oikea-aikainen hoito ja tehokkuus. Vuonna 2014 hankkeessa järjestettiin puheentunnistuspilotti, jossa havaittiin, että puheentunnistusratkaisun avulla digisaneluiden läpimenoaikoja oli mahdollista nopeuttaa huomattavasti verrattuna perinteiseen tekstinkäsittelyyn. Ajansäästö syntyi erityisesti, kun tekstinkäsittelijöitä ei tarvittu saneluiden kirjoittamiseen ja potilastekstit valmistuivat välittömästi lääkärin sanelun yhteydessä. Pilotin kokemusten perusteella puheentunnistuksen todettiin myös tehostavan potilastyötä, koska potilaskertomukset ja toimenpiteet olivat nopeammin muiden ammattilaisten hyödynnettävissä. Pilotin ja lisäselvitystöiden perusteella HUS Asvia halusi luopua käyttämästään Dicteon-digisanelujärjestelmästä ja kilpailuttaa uuden puheentunnistus pohjaisen anelujärjestelmän, jonka pystyisi myös integroimaan tulevaan Apotti-potilastietojärjestelmään. (HUS Tietohallinto, 2018.)

Vuonna 2017 kilpailutuksen jälkeen HUSin hallituksen alainen Talous- ja konsernijaosto hyväksyi puheentunnistusratkaisun hankinnan toimittajaksi CGI Suomi Oy:n ja alihankkijoiksi Konttorityö Oy:n ja Nuance Communications

Ireland Limitedin. Puheentunnistusratkaisuksi valittiin Nuancen teknologiaan perustuva oppiva järjestelmä, joka sisältää edustatunnistuksen ja taustatunnistuksen. HUS Puheentunnistushankkeen käyttöönottoprojekti nimettiin ”Puh-tu”-projektiksi. (HUS Tietohallinto, 2018.)

## 6.2 Puheentunnistusprojektin tavoitteet

HUS Tietohallinnon Puheentunnistuksen loppuraportin (2021) mukaan hankkeen tavoitteena oli ottaa käyttöön HUSiin ja Apotti-hankkeeseen kuuluville jäsenkunnille puheentunnistusratkaisu, joka kattaa edusta- ja taustatunnistuksen sekä perinteisen digisanelumahdollisuuden. Hankkeen päämääränä oli parantaa potilasturvallisuutta, potilasasiakirjojen laatua, kustannustehokkuutta, tiivistää yhteistyötä perusterveydenhuollon kanssa ja lisätä kilpailukykyä (HUS Tietohallinto, 2021). Puheentunnistusratkaisun tunnistustarkkuuden tuli kehittyä käyttäjien tekemistä korjauksista ja sanojen lisäämisestä. Hankkeen toteuttua HUSin ja Apotti-järjestelmää käyttävien jäsenkuntien ensisijainen potilasdokumentointimenetelmä tulisi olemaan puheentunnistus. Sanelijalla tulisi olla mahdollista valita edusta- ja taustapuheentunnistuksen sekä käsin kirjoittamisen väliltä (HUS Tietohallinto, 2018). Puheentunnistusta tulee olla mahdollista käyttää työasemalla sanelulaitteella tai äylaitesovelluksella ja sen tulee olla integroitu Epic-pohjaiseen potilastietojärjestelmä Apottiin (HUS Tietohallinto, 2018). Dokumentaation tuottamisen lisäksi haluttiin mahdollisuus äänikomentojen ja ääniohjauksen rakentamiselle, jotta käyttäjä pystyisi hyödyntämään puheentunnistusta laajemmin esimerkiksi työasemasovellusten avaamiseen tai potilastietojärjestelmässä navigoimiseen (HUS Tietohallinto, 2018).

## 6.3 Puheentunnistusratkaisun käyttöönotto HUSissa

Puheentunnistusratkaisun käyttöönottoprojektin vetovastuu oli HUS Tietohallinnolla ja projektin omistajana toimi HUS Asvia. Järjestelmän toimittaja CGI:n rooli oli tuottaa puheentunnistusratkaisun ja sen jatkuvuuden varmistamiseksi tarvittavat järjestelmäympäristöt. Oy Apotti Ab:n tehtävänä oli integroida puheentunnistusratkaisu Apotti-potilastietojärjestelmän käyttöliittymään ja testata saneluita osana käyttäjien erilaisia työnkuluja. Projektista rajattiin pois käyttöönotto HUSin poistuvasta potilastietojärjestelmästä Uranuksesta, jotta voitiin varmistaa henkilöresurssien riittävyys Apotti-potilastietojärjestelmän käyttöönottoon. Käyttöönotoista rajattiin myös pois HUS Kuvantaminen, joka otti samanaikaisesti käyttöön Puhtu-projektiin liittymättömän puheentunnistusratkaisun. (HUS Tietohallinto, 2018.)

Puheentunnistuksen käyttöönotto jakautui usealle vuodelle ja useaan kokonaisuuteen, sillä se otettiin käyttöön osana Apotti-potilastietojärjestelmän

käyttöönottoja. Puheentunnistus otettiin käyttöön vaiheistettusti vuosien 2018–2021 aikana. Käyttöönotot toteutuivat seuraavasti (HUS Tietohallinto, 2021):

- GL1 = Peijaksen sairaala marraskuussa 2018, Vantaan perusterveydenhuolto toukokuussa 2019.
  - Osana Apotin Go Live 1:stä, puheentunnistuksen tuotantokäyttö aloitettiin HUS Peijaksen sairaalassa ja Vantaan perusterveydenhuollossa. GL1 käyttöönotossa puheentunnistuksessa käytössä oli vain taustapuheentunnistus.
- GL2.1, helmikuu 2020 = Hyvinkään, Lohjan, Porvoon ja Raaseporin sairaanhoitoalueet sekä HUS Psykiatria ja Naistenklinikka.
  - Sisälsi edustapuheentunnistuksen laajan käyttöönoton (myös GL1 alueille) sekä taustapuheentunnistuksen.
- GL2.2, lokakuu 2020 = Loput HUS-sairaalat.
- GL3, huhtikuu 2021 = Helsingin, Kauniaisen ja Keravan perusterveydenhuollon kunnat.

Käyttöönottojen jälkeen puheentunnistusratkaisu omaksuttiin HUSin käyttäjien keskuudessa laajasti ja odotettua nopeammin. Toiminnanmuutos potilasdokumentaation kirjaamisessa oli merkittävä verrattuna vanhaan tapaan. Tämän lisäksi samaan aikaan käyttöönotettu Apotti-potilastietojärjestelmä muutti käyttäjien työnkulkuja huomattavasti ja teki kirjaamisesta rakenteisempaa. Tämän tutkimuksen tekohetkellä edustapuheentunnistuksen osuus kaikista saneluista on noin 90 %. Projektin tavoitteiksi asetettuja puhekomentoja ei kuitenkaan otettu käyttöönottojen myötä viralliseen tuotantokäyttöön. Puhekomentoja varten on luotu erillinen työryhmä, jonka tarkoituksena on tuottaa standardisoituja puhekomentoja eri ammattiryhmien käytettäväksi. (HUS Tietohallinto, 2021).



## 7 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä luvussa käsitellään tutkimuksessa käytettyjä menetelmiä. Tutkimuksen aineisto kerättiin lähettämällä puheentunnistuksen käyttäjille kyselylomake. Lisäksi hyödynnettiin HUS Tietohallinnon asiakirjoja ja HUS Asvian kustannuslaskelmia. Kaikkea HUSia koskevaa tiedonkeräystä ja tutkimusta varten tuli hakea erillinen tutkimuslupa. Tutkimusluvan hakuprosessi vei aikaa ja tutkimusluvan hakemuksen liitteenä tuli toimittaa tutkimussuunnitelma ja tiivistelmä, tutkittavan tiedote, kyselylomake, tutkimuksen kustannusarvio sekä henkilötietojen rekisteriseloste- ja vaikutuksenarviointilomake. Tämän lisäksi opinnäytetutkimukselle tuli nimetä HUSin vastuuhenkilö valvomaan tutkimuksen toteutusta. Tutkimuksen vastuuhenkilönä toimi kehittämisspäällikkö Maiju Jääskeläinen. Tutkimusluvan (liite 1) myönsi HUS Tietohallinnon virkaa tekevä tietohallintojohtaja Pekka Lampinen.

### 7.1 Tutkimuksen toteutus

Tutkimusaineiston keruutavaksi valittiin määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus, sillä se perustuu tutkittavien asioiden selittämiseen vertailun, syy- ja seuraussuhteiden ja numeeristen tulosten avulla. Määrällisen tutkimuksen mittareina toimivat yleensä kyselylomakkeet ja niiden kysymykset, mikä tekee kyseisestä tutkimusmenetelmästä sopivan käyttökokemusten tarkasteluun. Määrällinen tutkimusmenetelmä vastaa myös kysymyksiin kuinka moni ja kuinka paljon, mikä tekee siitä erinomaisen menetelmän asioiden välisten syy-seuraussuhteiden eli kausaalisuhteiden selittämiseen. Tässä tutkimuksessa tutkitaan digisanelun ja puheentunnistuksen kustannusten välisiä kausaalisuhteita. Määrällinen tutkimus tavoittelee myös mahdollisimman objektiivisia tutkimustuloksia sen mahdollistaman puolueettoman tutkimusprosessin avulla. (Vilkka, 2007.)

Kyselyssä aineistoa kerätään standardoiduilla eli vakioituilla kysymyksillä, jotka ovat kaikilla vastaajilla samoja ja samassa järjestyksessä (Vilkka, 2007).

Kyselyt soveltuvat aineiston keräämiseen, kun tutkittavia on paljon ja havaintoyksikkönä on henkilöiden mielipiteet ja asenteet joltain kohtaan (Vilkka, 2007). Kyselytutkimus valittiin tämän tutkimuksen aineistonkeruumenetelmäksi, sillä kyselyt ovat tehokkaita ja taloudellisia tapoja faktatiedon keräämiseen (Luoto, 2009). Kyselytutkimukseen päädyttiin haastattelun sijasta juuri sen tarjoaman tehokkuuden ja joustavuuden takia. Lääkäreiden työaika on arvokasta ja heillä on yleensä jatkuva kiire. Kyselytutkimukseen voi vastata ajasta ja paikasta riippumatta joustavasti ilman haastattelun vaatimaa aikatauluttamista.

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa määritellään perusjoukko ja otos. Perusjoukko määrittää ne, jotka ovat tutkimuksen kohderyhmää eli niitä joita tutkimus koskee. Perusjoukosta muodostetaan otos, jotka ovat tutkimukseen valittuja vastaajia. Otokoko vaikuttaa siihen, miten edustavasti tutkimustulokset kuvaavat tutkimuksen perusjoukkoa ja miten luotettavia tutkimuksen johtopäätökset ovat. Kvantitatiivisten kyselytutkimusten vastausprosentti asettuu nykyään usein alle 50 prosenttiin. Tätä reilusti alhaisempi vastausprosentti voi viesiä valikoituneista vastaajista, mikä asettaa haasteita tutkimuksen luotettavuudelle. (Vehkalahti, 2019.)

Tässä tutkimuksessa tehdyn kyselytutkimuksen perusjoukoksi valittiin HUS-kuntayhtymän Meilahden yhteispäivystyksen vastuuyksikön lääkärit. Kyselyn tekemiseen ja vastausten keräämiseen käytettiin Webropol-järjestelmällä toteutettua internetpohjaista kyselyä. Koska kysely lähetettiin vastaanottajille sähköpostitse, valikoitui perusjoukoksi Meilahden Yhteispäivystyksen vastuuyksikön sähköpostilistoilla olleet 120 lääkäriä. Vastaajien anonymiteetin takaamiseksi, kysely lähetettiin avoimena vastauslinkkinä kaikille sähköpostilistoille kerralla.

## 7.2 Sanelijoiden kyselytutkimus

Sanelijoiden kyselylomake suunniteltiin kirjallisuuskatsauksen aikana, sillä lomakkeen tuli olla valmis jo HUSin tutkimuslupaa haettaessa. Työskenteleminen aiheen parissa niin tutkimuksen kuin päivätöiden kautta auttoi sopivien kysymysten valitsemisessa. Sanelijoiden kyselytutkimuksen kohdejoukoksi valittiin Meilahden yhteispäivystyksen vastuuyksikön sen monipuolisuuden johdosta. Yhteispäivystyksissä työskentelee lääkäreitä useilta eri erikoisaloilta, ja heidän tuottamat potilaskertomukset ovat vaihtelevampia kuin spesifit erikoisalat kuten patologia. HUSin puheentunnistusratkaisussa on myös erillinen sanastopaketti päivystyksen erikoisalan sanastolle. Kyselytutkimus oli täysin anonymi eikä siinä kerätty tai käsitelty henkilötietoja. Kyselyyn vastaaminen vaati vastaajien työajan käyttöä (noin 10 minuuttia), mutta tämä nähtiin tutkimuslupaprosessissa hyväksyttäväksi, sillä tutkimus ei aiheuttanut muita ylimääräisiä kustannuksia HUSille. Tutkimuksen tekemiseen ei tarvittu erillistä kustannusarviota tai rahoitussuunnitelmaa.

Kyselyn sisälsi yhteensä yhdeksän kysymystä (liite 2) ja ne jaettiin neljään eri osa-alueeseen. Ensimmäinen osa-alue keräsi esitietoja vastaajista ja se sisälsi

yhden kysymyksen, jolla kartoitettiin sanelijoiden tapaa tuottaa potilaskertomuksia. Vastaajat pystyivät valitsemaan vaihtoehtoiksi puheentunnistuksen, sanelun ja käsikirjoittamisen. Kysely suunniteltiin siten, että loput kahdeksan kysymystä tulivat näkyviin vastattavaksi, mikäli vastaaja valitsi ensimmäiseen kysymykseen puheentunnistuksen.

Mikäli puheentunnistusta ei valittu, päättyi kysely tämän vastaajan osalta siihen. Toinen osa-alue ja kysymys mittasi vastaajien halukkuutta suositella puheentunnistusta. Kysymys oli NPS-mittaus (Net Promoter Score), joka mittaa asiakastyytyväisyyttä asteikolla 0–10.

Kolmas osa-alue sisälsi kuusi kysymystä, jotka kävivät läpi puheentunnistusratkaisun koettuja hyötyjä. Kysymyksiin pystyi vastaamaan skaalalla: Vastausvaihtoehtoina käytettiin Likertin asteikkoa, joka on suosittu erityisesti mielipideväittämissä (Vilkkä, 2007). Vastausvaihtoehtoina olivat täysin samaa mieltä, jokseenkin samaa mieltä, jokseenkin eri mieltä ja täysin eri mieltä. Kysymykset rajattiin siten, että ne mittaisivat mahdollisimman tarkasti tämän tutkimuksen tutkimusongelmien ja HUSin puheentunnistus-projektin tavoitteiden saavuttamista. Kyselytutkimus mittasi puheentunnistusratkaisun vaikutuksia hoitotyön tehokkuuteen, dokumentaation laatuun ja käyttäjätyytyväisyyteen.

Neljäntenä osa-alueen ja kyselyn viimeisenä kysymyksenä selvitettiin vastaajien kokemusta heidän saamansa koulutuksensa määrästä puheentunnistuksen käytöstä. Kysymys valittiin, jotta voitaisiin päätellä, korreloiko puheentunnistuksen koetut hyödyt tai haitat käyttäjien koulutustasoon järjestelmän kohdalla. Kyseinen kysymys toi myös erityisesti HUSille lisäarvoa, sillä sen avulla saatiin käsitys puheentunnistusratkaisun koulutuksen yleisestä tasosta. Vastauksen tarjoaman tiedon avulla yksikön lääkäreille voidaan tarvittaessa järjestää kohdennettua koulutusta. Kyselyn kaikkiin kysymyksiin oli pakollista vastata.

Kyselyn esitestaus on tärkeää, jotta voidaan varmistaa kyselyn selkeys ja toimivuus vastaajille. Testasin tässä tutkimuksessa käytettyä kyselylomaketta kollegoillani. Yhdeksi testajaksi valittiin henkilö, jolla on erityisesti kokemusta käyttäjätyytyväisyyskyselyiden tekemisestä. Testajat täyttivät kyselyn Webropol-järjestelmään ja tarkistivat sen toimivuuden ja kysymysten selkeyden. Testauksen jälkeen kysely oli valmis lähetettäväksi tutkimuksen kohderyhmälle.

Kyselytutkimus lähetettiin HUSin Meilahden yhteispäivystyksen lääkäreiden sähköpostilistoille ja se oli vastattavissa 4.7.2022–3.8.2022. Kyselyn piti olla alun perin vastattavissa vain kolme viikkoa, mutta vastausaikaa pidennettiin elokuulle niukan vastausmäärän vuoksi. Kyselyyn vastaamisesta lähetettiin kaksi muistutusviestiä sen vastausajan aikana. Vastausmäärää rajoitti hyvin todennäköisesti kesälomakausi ja yleinen kiire poliklinikoilla. Tutkimuksen aikataulurajoitteiden vuoksi kyselyn vastausaikaa ei voitu kuitenkaan pidentää entisestään.

Kyselyn mukana tulee lähettää saateviesti, josta selviää kyselyn tärkeimmät tiedot kuten tutkimuksen tarkoitus, vastaajien valikoituminen, tutkimuksen tekijä sekä miten tutkimustuloksia tullaan hyödyntämään. Kyselyn saateviesti on tärkeä, sillä sen perusteella vastaajat joko motivoituvat vastaamaan

kyselyyn tai ohittavat sen (Vehkalahti, 2019.) Kyselyn saateviestissä kerrottiin tutkimuksen tarkoitus sekä miksi kyselyn vastaanottajat oli valittu vastaajiksi. Kyselyn sähköpostin saateviestinä jokaiselle vastaanottajalle kerrottiin, että kyselyyn vastaaminen on suostumus osallistua tutkimukseen ja tutkimukseen osallistumisen saa keskeyttää milloin tahansa. Saateviestissä luki, että tutkimuksen tuloksia tullaan käyttämään pro gradu -tutkielman tekemiseen sekä mahdollisesti HUSin sisäisesti puheentunnistusratkaisun kehittämiseen. Tämän lisäksi saateviestissä oli liitteenä tutkimuksen tiedote, joka sisälsi tarkemmat tiedot tutkimuksesta sekä minun yhteystietoni. Kaikki vastaanottajat eivät aloittaneet kyselyä, vaikka he avasivatkin Webropol-linkin. Kuitenkin kaikki, jotka aloittivat kyselyyn vastaamisen, vastasivat kaikkiin kysymyksiin viitaten onnistuneeseen kyselyyn.

Kyselyn vastausprosentti on yksi tutkimuksen tärkeimmistä luotettavuuden tunnistimista. Otoksen tarkoitus on edustaa perusjoukkoa, mutta mikäli kyselyyn jätetään vastaamatta, eli sen kato on suurta, vastausprosentti jää alhaiseksi ja otoksen edustavuus voi olla kyseenalainen (Vehkalahti, 2019.) Tämän tutkimuksen kyselyn perusjoukkona olivat kaikki sähköpostilistoilla olleet 120 Meilahden yhteispäivystyksen lääkäriä. Kyselyn tavoiteotos oli 30 vastausta 30:lta eri lääkäriltä. Kyselyyn vastasi yhteensä 25 lääkäriä joista 20 otti kantaa puheentunnistusta koskeviin kysymyksiin, joten kyselyn tavoiteotos jäi saavuttamatta. Kyselyn todellinen vastausprosentti oli noin 17 %, joka voidaan mieltää perusjoukkoa epäedustavaksi otokseksi, jolloin vastauksia tulee tulkita varoen (Vehkalahti, 2019).

### 7.3 Puheentunnistuksen kustannuslaskelmat

Tutkimuksessa hyödynnettiin HUS Asvian toimittamia puheentunnistuksen ja digisanelun sisäisiä kustannuslaskelmia sekä HUSin tilinpäätösten ja toimintakertomusten julkisia aineistoja. HUS Asvian tekstinkäsittelypalveluiden henkilöstökuluja tarkastellaan vuosilta 2017–2022. HUS Asvian toimittamia puheentunnistuksen ja digisanelun sisäisiä palvelulaskutuksia tarkastellaan vuosilta 2016–2022. Tässä tutkimuksessa on tarkastelu vain HUSin erikoissairaanhoidon palvelulaskutuksia. Vertailusta on jätetty pois HUS-kuntayhtymän kunta-asiakkaiden puheentunnistuksen ja digisanelun sisäiset palvelulaskutukset. Puheentunnistuksen ja digisaneluiden sisäisen palvelulaskutuksen osuudet ja vuoden 2022 kustannusten ennuste laskettiin aikaisempien kulujen trendistä Microsoft Excelissä. Henkilöstökulujen vuoden 2022 talousarvio on peräisin HUSin talousarviosta ja taloussuunnitelmasta vuodelle 2022 (HUS, 2021). Tutkimuksessa on kuitenkin aineistorajoitteita, sillä puheentunnistuksen tarkat transaktiohinnat ovat järjestelmän toimittajan liikesalaisuuksia. Tästä syystä tutkimuksessa pystyttiin tarkastelemaan vain kokonaiskustannuksia eikä yksittäisten purettujen digisanelujen tai puheentunnistettujen potilaskertomusten välisiä kustannuseroja.

## 7.4 Tutkimusaineiston analysointi

Tutkimuksen keskeisin asia on aineiston analyysi, tulkinta ja johtopäätösten teko. Analyysivaihe kiteyttää koko tutkimuksessa kerätyn aineiston ja se antaa tutkijalle mahdollisuuden tehdä päätelmiä ja saada vastauksia asetettuihin tutkimusongelmiin. Analyysivaiheessa voi myös selventää tutkimuksen ja sen ongelmien asettelun puutteita ja mahdollisia virheitä. (Hirsjärvi ym., 2009.)

Analyysivaiheessa huomattiin, että käyttäjien kokemuksia olisi voinut selvittää paremmin kvalitatiivisella teemahaastattelulla. Haastattelun etuna olisi ollut sen osallistavuus ja joustavuus tilanteen edellyttämällä tavalla. Puheentunnistuksen käyttävät olisivat voineet itse kertoa tarkemmin kokemuksiaan järjestelmästä, joka olisi mahdollistanut ongelman laajemman ymmärtämisen ja tulkinnan. (Hirsjärvi ym., 2009.) Lääkäreiden aika on kuitenkin tunnetusti arvokasta, eikä teemahaastatteluita olisi ehditty toteuttamaan tämän tutkimuksen tavoiteaikataulun puitteissa.

Kyselyä suunniteltaessa päätettiin tarkoituksella jättää sisällyttämästä kysymyksiin ”En osaa sanoa” -vastausvaihtoehtoa. EOS-vastausvaihtoehtoa pidettiin ongelmallisena, sillä analyysivaiheessa on hyvin vaikeaa tulkita, miksi vastaajat ovat päätyneet kyseiseen vastausvaihtoehtoon (Vilka, 2007). Kyselyssä myös rajattiin pois ne, jotka eivät käytä puheentunnistusta potilaskertomusten sanelemiseen. Tästä syystä tehtiin päätös pakottaa vastaajat olemaan jotain mieltä kyselyn väitteistä. Kyselyn analyysivaiheessa huomattiin, että ”en osaa sanoa” vastausvaihtoehdon sisältäminen kyselyyn olisi tuottanut luotettavampia vastauksia tietyissä kysymyksissä. Erityisesti enemmän abstrakteissa kysymyksissä kuten ”Puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilasturvallisuutta” olisi ollut hyvä sisällyttää EOS-vastausvaihtoehto. Kysely pakotti vastaajat olemaan vähintään vähän samaa mieltä tai vähän eri mieltä väitteen kanssa, vaikka puheentunnistuksella ei olisikaan heidän mielestään vaikutuksia potilasturvallisuuteen. Tämän lisäksi Likertin asteikko suosii ääripäiden vastauksia, sillä niihin on helpompaa vastata kuin käsitteellisesti hankaliin ”jokseenkin” vaihtoehtoihin (Vilka, 2007).

Kyselyn useiden muuttujien tarkastelu samanaikaisesti mahdollistaa muuttujien välisen yhteyksien tutkimisen (Vehkalahti, 2019). Tämän tutkimuksen kyselyiden taulukoiden ristiintaulukointi tarjoaisi mielenkiintoista dataa korreloivien muuttujien tarkasteluun. Erityisesti puheentunnistuksen koetun koulutuksen tason, tunnistustarkkuuden ja järjestelmän helppokäyttöisyyden välisten yhteyksien vertailu olisi ollut mielenkiintoista. Valitettavasti tätä rajoitti tutkimuksen pieni otoskoko eikä ristiintaulukoinnilla saatu järkeviä tuloksia aikaiseksi.

Jotta määrällisessä tutkimuksessa kerättyä tutkimusaineistoa voidaan analysoida, tulee se aina muuttaa sellaiseen muotoon, jossa sitä voidaan käsitellä tilastollisesti (Vilka, 2007). Webropol-ohjelma määrittelee automaattisesti kyselyn kysymyksille ja vastauksille muuttujien arvot ja nimet kyselylomakkeen tietojen pohjalta. Aineiston tarkistamisella ennen analysoinnin aloittamista vä-

hennetään aineiston virheitä ja parannetaan tutkimustulosten laadukkuutta (Vilkka, 2007). Webropolin luoman raportin tarkistamisen jälkeen aloitettiin aineiston analyysi. Analyysissä tutkittiin vastausten mediaania, sillä sen avulla on helppo analysoida havaintojen painottumista keskimmäisen havainnon suhteen (Vilkka, 2007). Analyysi ei kuitenkaan tee tutkimuksesta valmista vaan vasta tutkijan tulkinnan jälkeen tutkimuksen tulokset ja johtopäätökset ovat selkeästi luettavassa muodossa (Hirsjärvi ym., 2009). Tulosten tulkintojen tukena tässä tutkimuksessa esitellään kyselyn frekvenssi- ja prosenttijakaumat. Tulosten tulkinnassa tulee pohtia myös tutkimuksen reliabiliteettia ja validiutta. Reliaabelius tarkoittaa tulosten toistettavuutta ja validius tutkimuksen kykyä mitata sen tutkimuskohdetta (Hirsjärvi ym., 2009). Sanelijoiden kyselyn pieni vastausprosentti ja otos loi haasteita tutkimusten johtopäätösten luotettavuuden ja pätevyyden arvioinnille.

## 8 PUHEENTUNNISTUSRATKAISUN KÄYTTÖÖN- OTON VAIKUTUKSET HUSISSA

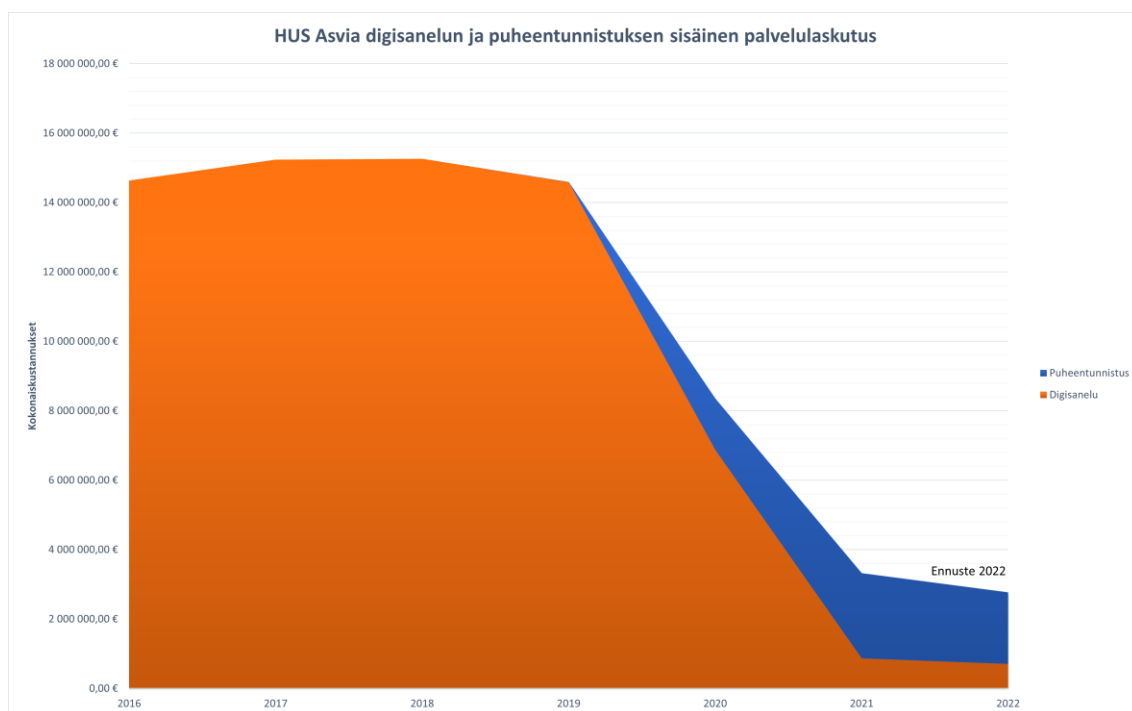
Puheentunnistusratkaisun käyttöönottoa on pidetty HUS Asvian tulosalueen tärkeimpänä strategisena läpimurtohankkeena koko sen nelivuotisen käyttöönottoprojektin ajan (HUS, 2022). Kuten aikaisemmin on mainittu, puheentunnistushankkeella tavoiteltiin hyötyjä potilasasiakirjojen laadun parantamiseen, potilaan hoidon edistämiseen ja kustannustehokkuuden lisäämiseen (HUS Tietohallinto, 2018). Tässä kappaleessa analysoidaan puheentunnistusratkaisun käyttöönoton vaikutuksia HUSissa suhteessa hankkeen tavoitteisiin ja toteutumiin. Kustannushyötyjä tutkitaan tarkastelemalla HUS Asvian sisäisen palvelulaskutuksen eroja verrattuna käytössä olleeseen digisaneluratkaisuun. Potilasasiakirjojen laadun paranemista, hoitotyön tehokkuutta ja potilasturvallisuutta analysoidaan sanelijoiden käyttäjätyytyväisyyttä mittaavan kyselytutkimuksen kautta.

### 8.1 Vaikutukset kustannuksiin

Kaiken kaikkiaan seitsemän vuotta kestäneen puheentunnistushankkeen odotettiin tuovan HUSille huomattavia kustannussäästöjä järjestelmän kehitys- ja käyttöönottovaiheiden jälkeen (HUS, 2019). HUS Asvian toiminnan kehittämisen näkökulmasta puheentunnistusratkaisun käyttöönottoa pidettiin useita vuosia palvelualueen tärkeimpänä prioriteettina (HUS, 2020). Tämän alakappaleen tarkoituksena on tutkia Puheentunnistusratkaisun käyttöönoton kustannushyötyjen vaikutuksia verrattuna käytössä olleeseen digisaneluratkaisuun.

HUSin perussopimuksen mukaan HUS-kuntayhtymän tulot muodostuvat sen jäsenten maksuosuuksista, asiakasmaksuista, palveluista saatavista korvauksista sekä muista yhtymän tuloista (HUS, 2013). HUS perii perussopimuksen mukaan sen jäsenkunnilta palvelumaksuja jäsenkuntien käyttämien palveluiden mukaan (HUS, 2022). HUS Asvian asiointi- ja tekstinkäsittelypalveluiden HUSin sisäinen palvelulaskutus on pysynyt noin 20–25 miljoonan euron

tasossa vuosina 2016–2019 (HUS, 2020). Kuten kaavio 1 osoittaa, tästä noin 15 miljoonaa euroa on syntynyt vuosittain erilaisista digisaneluratkaisun aiheuttamista saneluiden maksuista kuten prioriteettimaksuista. Toisin sanoen HUSin erikoissairaanhoidon tulosityksiköt ovat maksaneet HUS Asvialle sisäisesti digisanelun ja puheentunnistuksen käytöstä. Digisanelun hinnoittelu perustuu saneluiden pituuden määrittämään minuuttipohjaiseen laskutukseen. Puheentunnistusratkaisun laskutus taas on transaktioperusteinen, joka tarkoittaa järjestelmän ominaisuuksilla tehtyä valmista/tallennettua yhden potilaan hoitokontaktin kertaluontoista äänitiedostokokonaisuutta eli yleensä kokonaista potilas kertomusta. Tämän tutkimuksen kustannusten vertailusta on jätetty pois HUS Asvian erilliset asiantuntija- ja käännöspalvelut, jotka lasketaan myös asiointi- ja tekstinkäsittelypalveluiden vuosittaiseen palvelulaskutukseen. Tämän lisäksi vertailusta on jätetty pois HUS-kuntayhtymän kunta-asiakkaiden digisanelun ja puheentunnistuksen palvelulaskutus, koska kunta-asiakkaiden asiakkuus alkoi myöhemmin eikä aineistoa ollut saatavilla koko tarkastelujaksolta.



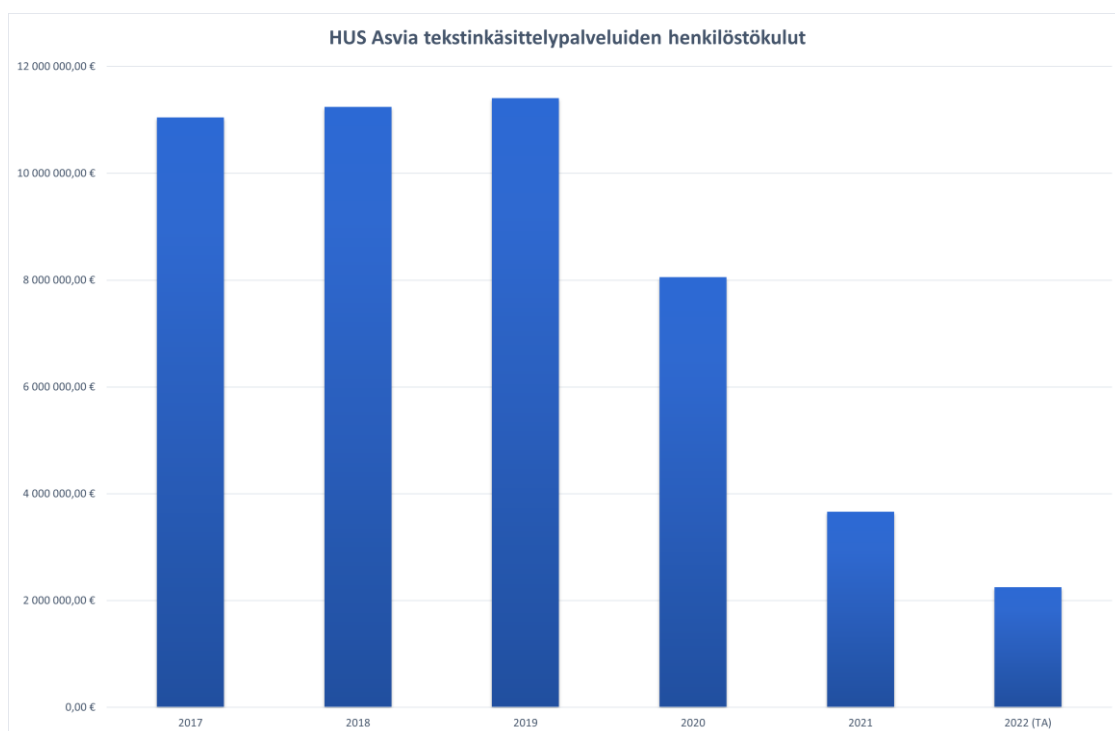
KAAVIO 1: HUS Asvia digisanelun ja puheentunnistuksen sisäinen palvelulaskutus

Vuonna 2020 Asvian palvelulaskutus laski aikaisempiin vuosiin verrattuna runsaasti puheentunnistusratkaisun ja erityisesti edustapuheentunnistuksen käyttöönoton myötä noin 15 miljoonasta eurosta noin 8 miljoonaan euroon. HUS Asvia pyrkii kattamaan digisanelun ja puheentunnistuksen hinnoittelulla heidän tekstinkäsittelyn henkilöstöressurssien kustannukset sekä järjestelmän ylläpitokustannukset. Puheentunnistusratkaisun käyttöönoton myötä HUS Asvian tekstinkäsittelypalveluiden kysyntä ja tarjonta muuttui merkittävästi (HUS, 2021). Edustapuheentunnistuksen tuoman toimintatavan muutoksen takia osa 350 tekstinkäsittelijän työstä muuttui tarpeettomaksi. Tämä loi suuren alijäämä-



riskin koko tulosalueelle, mikä vaati henkilöstöressurssien sopeutustoimia (HUS Tilinpäätös ja toimintakertomus, 2020). Vuosien 2020 ja 2021 YT-menettelyiden ja muiden toimenpiteiden seurauksena HUS Asvian tekstinkäsittelypalveluiden henkilömäärä väheni 350 henkilöstä noin 40 henkilöön ja irtisanomisten piiriin kuului 180 henkilöä (HUS, 2021 & 2022). HUS Asviassa tiedostettiin, että kaikkia henkilöstöresursseja ei voitu potilasturvallisuuden takia irtisanoa tekstinkäsittelypalveluista, sillä vanhan järjestelmän korvaaminen puheentunnistusratkaisulla edellytti vuosien siirtymäaikaa (HUS, 2020). Kuten kaaviossa 1 näkyy, käyttöönottojen edetessä palvelulaskutus jatkoi myös odotetusti laskuaan vuodesta 2020 8 miljoonasta eurosta noin 3,3 miljoonaan euroon vuonna 2021. Vuonna 2022 sisäisen palvelulaskutuksen ennustetaan olevan noin 2,7 miljoonan euron luokkaa.

Puheentunnistuksen ja Apotin rakenteisen kirjaamisen käytön kasvun seurauksena tekstinkäsittelypalveluiden tuottavuus nousi merkittävästi ja johti vuosien 2020 ja 2021 aikana 178 henkilötyövuoden säästöihin (HUS, 2022). Kuten kaavio 2 osoittaa, vuosien 2017–2019 aikana HUS Asvian tekstinkäsittelyn henkilöstökulut olivat noin 11–11,4 miljoonaa euroa vuodessa. Puheentunnistuksen ja Apotin käyttöönoton myötä tekstinkäsittelypalveluiden henkilöstökulut tippuivat noin 8 miljoonaan euroon vuonna 2020 ja noin 3,6 miljoonaan euroon vuonna 2021. Henkilöstön irtisanomisajan takia henkilöstökuluissa saavutettu säästö realisoituu täysimääräisesti vuoden 2022 aikana, jolloin tekstinkäsittelypalveluiden henkilöstökulut arvioidaan olevan noin 2,2 miljoonaa euroa vuosittain. Puheentunnistushankkeen henkilöstökulujen säästötavoite toteutui ja järjestelmä toi merkittäviä kustannussäästöjä jo ensimmäisten käyttöönotto vuosien aikana.



KAAVIO 2: HUS Asvia tekstinkäsittelypalveluiden henkilöstökulut

Todellisten kustannussäästöjen arviointia vääristää se, että vuonna 2021 digisaneltuja ja puheentunnistettuja potilaskertomuksia tuotettiin noin 40 % vähemmän mitä ennen puheentunnistuksen käyttöönottoa. Vastaavasti vuonna 2022 on tätä tutkielmaa kirjoittaessa tuotettu noin 55 % siitä määrästä mitä ennen puheentunnistuksen käyttöönottoa. Tämä tarkoittaa sitä, että puheentunnistuksen käyttöönoton myötä yhä useampi lääkäri on alkanut kirjoittamaan potilaskertomuksia käsin ja/tai vaihtoehtoisesti tekstiä tuotetaan vähemmän Apotin rakenteisen kirjaamisen johdosta. COVID-19-pandemia voi osaltaan selittää alhaista potilaskertomusten määrää vertailuvuosien ajalta, sillä kiireetöntä terveydenhoitoa jouduttiin supistamaan pandemian johdosta. Vuonna 2022 terveydenhuolto kohtasi taas merkittävän lakko-aallon, joka todennäköisesti on laskenut potilaskertomusten määrää alhaisempien potilasmäärien johdosta. Vuoden 2021 HUS Asvian digisanelun ja puheentunnistuksen sisäinen palvelulaskutus olisi noin 5,5 miljoonaa euroa mikäli vuoden 2021 palvelulaskutus suhteutettaisiin vuonna 2019 tuotettujen potilaskertomusten määrään.

Puheentunnistusratkaisun kokonaissäästöjen analysoinnissa on myös rajoitteita. Tässä tutkimuksessa ei voida vertailla puheentunnistusratkaisun käyttöönoton ja jatkuvien palveluiden kustannuksia suhteessa ratkaisun tuomiin säästöihin. Puheentunnistusratkaisun hinnat ovat transaktioperusteisia ja ne ovat järjestelmän toimittajan liikesalaisuuksia. Puhtu-projektiin käytettyjä sisäisiä HUS Tietohallinnon ja HUS Asvian henkilöstökuluja on myös haastavaa arvioida, sillä projektissa ei laskutettu sisäisiä työtunteja. HUS talous- ja konsernijaoston 2017 tekemän hankintapäätöksen mukaan puheentunnistusratkaisun ennakoitu arvonnalisäveroton kokonaisarvo on ollut noin 9,6 miljoonaa euroa (Markkinaoikeus, 2018). Tämä jakautui 48 kuukauden sopimusajalle, jonka jälkeen HUSin ja CGI:n välinen sopimus jatkuu toistaiseksi voimassa olevana. Voidaan siis arvioida, että ulkoisten ostojen keskimääräiset enimmäiskustannukset ovat voineet olla 2,4 miljoonaa euroa vuodessa vuosien 2017–2021 aikana. Täten voidaan arvioida, että puheentunnistusratkaisu maksoi itsensä takaisin jo ensimmäisen kahden käyttöönottovuoden aikana 2020 ja 2021. Tähän tutkimukseen saatujen tietojen perusteella voidaan todeta, että puheentunnistusratkaisun käyttöönotto saavutti kustannussäästöjä tavoitteidensa mukaisesti.

## 8.2 Sanelijoiden kokemukset puheentunnistusratkaisusta

Sanelijoiden kokemuksia puheentunnistusratkaisusta kartoitettiin kyselytutkimuksen avulla. Kyselytutkimus lähetettiin HUS Meilahden Yhteispäivystyksen lääkäreille ja kysely oli avoinna 4.7.2022–3.8.2022. Kyselyn vastausaikaa pidennettiin elokuun ensimmäiselle viikolle niukan vastausmäärän vuoksi. Vastausmäärään vaikutti hyvin todennäköisesti kesälomakausi ja tästä seurannut henkilöstövajaus ja kiire poliklinikoilla. Kyselyn sulkeutuessa 3.8.2022 vastauksia oli kertynyt yhteensä 25, joka jäi vajaaksi tavoitellusta 30 vastauksen otoksesta. Kaikki kyselyn avanneet kuitenkin vastasivat kyselyyn jättämättä sitä kesken, mikä viittasi onnistuneeseen kyselyformaattiin ja kyselyn pituuteen.

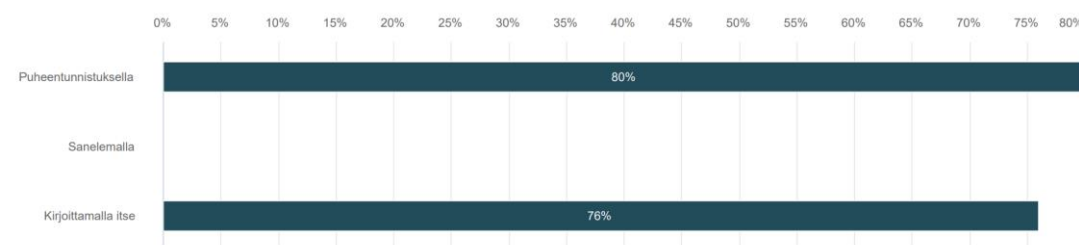
## 8.2.1 Potilaskertomusten tuottaminen

Kyselyn ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin sanelijoiden tapoja tuottaa potilaskertomuksia. Kyseinen kysymys oli kyselyn ainoa monivalintakysymys, jossa vastaaja sai valita useita vastausvaihtoehtoja puheentunnistuksen, sanelemisen ja itse kirjoittamisen välillä. Vastaajat saivat valita useita vaihtoehtoja, sillä tiedettiin entuudestaan, että lääkärit eivät tuota potilaskertomuksia vain yhdellä tavalla. Kyselylomake oli suunniteltu niin, että mikäli vastaaja jätti ensimmäisessä kysymyksessä puheentunnistuksen valitsematta, loppui kysely kyseisen vastaajan osalta ilman puheentunnistukseen liittyviä jatkokysymyksiä. Mikäli vastaaja valitsi puheentunnistuksen, näytettiin vastaajalle myös loput pakolliset kysymykset vastattavaksi.

Kyselyyn vastasi yhteensä 25 lääkärinä ja heistä 20 tuottaa potilaskertomuksia puheentunnistuksella sanellen. 25 lääkäristä 19 tuottaa potilaskertomuksia myös kirjoittamalla itse. Näistä 19:stä viisi vastaajaa ei tuota potilaskertomuksia puheentunnistuksella ollenkaan. Toisin sanoen niistä 20 lääkäristä, jotka tuottavat potilaskertomuksia puheentunnistuksella, 14 tuottaa potilaskertomuksia myös käsin kirjoittamalla. Sanelutapaa kartoittava kysymys ei ota kantaa siihen, mikä on sanelijoiden ensisijainen tapa tuottaa potilaskertomuksia. Kukaan vastanneista ei tuota potilaskertomuksia enää perinteisellä digisanelulla (kts. kaavio 3).

Tuotan potilaskertomukset

Vastaajien määrä: 25



	n	Prosentti
Puheentunnistuksella	20	80,0%
Sanelemalla	0	0,0%
Kirjoittamalla itse	19	76,0%

KAAVIO 3: Tapa tuottaa potilaskertomuksia

## 8.2.2 Puheentunnistuksen suosittelu

Toisena kysymyksenä lääkäreiltä kysyttiin, miten todennäköisesti he suosittelisivat puheentunnistusta. Kysymys pohjautui Net Promoter Score (NPS) formaattiin, jossa suosittelu kysytään 0–10 asteisella portaikolla. Formaatin mukaan ne, jotka vastaavat yhdeksän tai 10, luokitellaan suosittelijoiksi. Passiivisiksi luokitellaan taas ne, jotka vastaavat seitsemän tai kahdeksan. Ne, jotka vastaavat nollan ja kuuden välillä, ovat arvostelijoita. NPS lasketaan vähentä-

mällä arvostelijoiden prosenttiosuus suosittelijoiden prosenttiosuudesta. Lopullinen NPS tulos on välillä -100 (huonoin) ja 100 (paras). Yleisesti ottaen katsotaan, että yli 0 pistemäärä on hyvä, yli 50 pistemäärä on loistava ja yli 70 pistemäärä on parhaista parhain. Negatiiviset pistemäärät nähdään johtuvan huonosta tuotteesta, palvelusta tai yleisestä uskollisuuden puutteesta. (Lee, 2018.)

Kuten taulukossa 2 nähdään, kyselyyn vastanneista 10 % oli suosittelijoita, 30 % oli passiivisia ja 60 % arvostelijoita. Vastanneiden NPS keskiarvo oli 5,5 mikä tarkoittaa, että valtaosa vastaajista ovat puheentunnistusratkaisun arvostelijoita ja he kokevat sen negatiiviseksi. Kysymyksen lopullinen NPS pistemäärä oli -50 mikä viittaa hyvin huonoon kokemukseen järjestelmän osalta.

Arvostelijat							Passiiviset		Suosittelijat	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n = 12							n = 6		n = 2	
60,0%							30,0%		10,0%	
0	2	2	0	4	1	3	3	3	0	2
0,0%	10,0%	10,0%	0,0%	20,0%	5,0%	15,0%	15,0%	15,0%	0,0%	10,0%

Yhteensä		
Vastauksia	NPS	Keskiarvo
20	-50	5,5

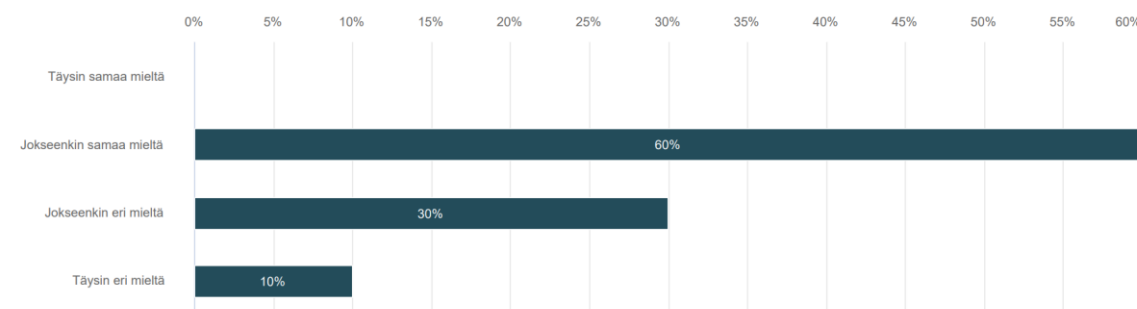
TAULUKKO 2: Puheentunnistuksen suosittelu

### 8.2.3 Käsitys puheentunnistuksen tarkkuudesta

Ensimmäisessä puheentunnistuksen käyttökokeesta mittaavassa monivalintakysymyksessä kysyttiin lääkäreiden kokemuksia puheentunnistuksen tunnistustarkkuudesta. Kuten kaavio 4 osoittaa, vähän yli puolet vastaajista (60 %) oli jokseenkin samaa mieltä, että puheentunnistuksen tunnistustarkkuus on hyvällä tasolla. Vastaajista 30 % oli jokseenkin eri mieltä ja 10 % täysin eri mieltä siitä, että puheentunnistusratkaisun tunnistustarkkuus on hyvällä tasolla. Kukaan vastaajista ei ollut täysin samaa mieltä kysymyksen kanssa.

#### Tunnistustarkkuus on hyvällä tasolla

Vastaajien määrä: 20



	n	Prosentti
Täysin samaa mieltä	0	0,0%
Jokseenkin samaa mieltä	12	60,0%
Jokseenkin eri mieltä	6	30,0%
Täysin eri mieltä	2	10,0%

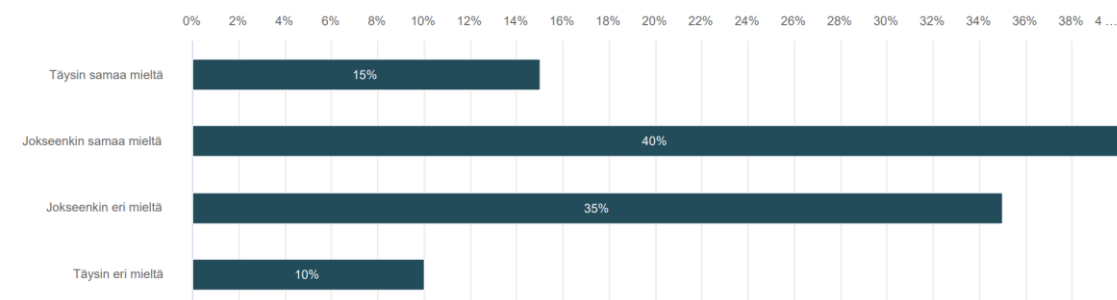
KAAVIO 4: Puheentunnistuksen tunnistustarkkuus

### 8.2.4 Työajan säästö puheentunnistuksessa

Vastaajat olivat laajalti eri mieltä siitä, että puheentunnistuksen käyttö säästäisi heidän työaikaansa. Vastaajista 15 % oli täysin samaa mieltä ja enemmistö 40 % oli jokseenkin samaa mieltä, että puheentunnistuksen käyttö säästää heidän työaikaansa, kuten kaaviossa 5 näkyy. Vastaajista 35 % koki olevansa jokseenkin eri mieltä ja 10 % täysin eri mieltä siitä, että puheentunnistuksen käyttö säästäisi työaika.

#### Puheentunnistuksen käyttö säästää työaikaani

Vastaajien määrä: 20



	n	Prosentti
Täysin samaa mieltä	3	15,0%
Jokseenkin samaa mieltä	8	40,0%
Jokseenkin eri mieltä	7	35,0%
Täysin eri mieltä	2	10,0%

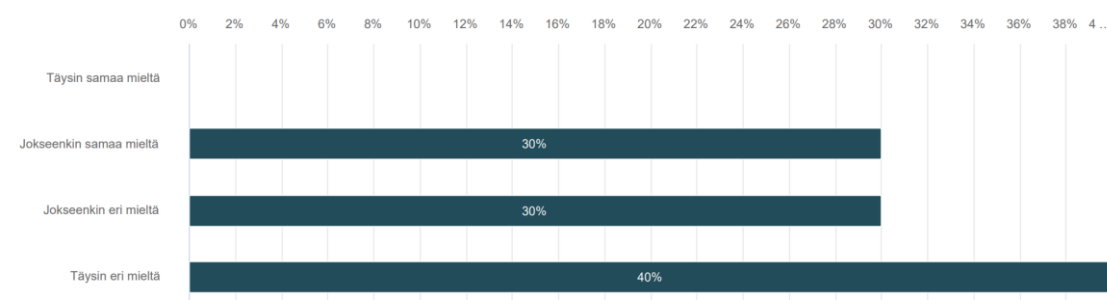
KAAVIO 5: Työajansäästö puheentunnistuksessa

## 8.2.5 Käsitys potilaskertomusten laadusta

Käsitys potilaskertomusten laadun parantumisesta herätti myös vastakkaisia reaktioita vastaajissa. Kaavion 6 mukaan, suurin osa vastaajista oli jokseenkin eri mieltä (30 %) tai täysin eri mieltä (40 %) siitä, että puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilaskertomusten laatua. Vastaajista 30 % oli jokseenkin samaa mieltä, että puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilaskertomusten laatua. Kaiken kaikkiaan vastaajien kokemukset olivat pääosin negatiivisia puheentunnistuksen vaikutuksista potilaskertomusten laatuun.

Puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilaskertomusten laatua

Vastaajien määrä: 20



	n	Prosentti
Täysin samaa mieltä	0	0,0%
Jokseenkin samaa mieltä	6	30,0%
Jokseenkin eri mieltä	6	30,0%
Täysin eri mieltä	8	40,0%

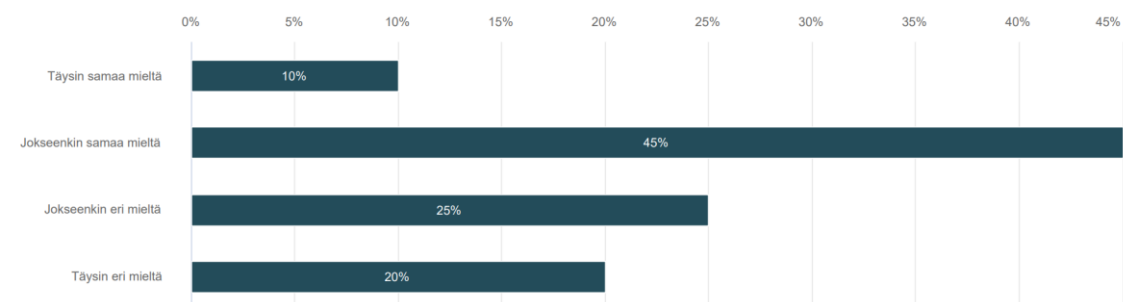
KAAVIO 6: Potilaskertomuksen laadun parantuminen

## 8.2.6 Kokemus potilaskertomusten tuottamisprosessista

Kysyttäessä kokevatko vastaajat puheentunnistuksen käytön helpottaneen potilaskertomusten tuottamisprosessia, enemmistö vastaajista koki olevansa jokseenkin samaa mieltä (45 %) tai täysin samaa mieltä (10 %) että puheentunnistus on helpottanut potilaskertomusten tuottamista. Vastaajista 25 % koki olevansa jokseenkin eri mieltä ja 20 % täysin eri mieltä siitä, että puheentunnistus olisi helpottanut potilaskertomusten tuottamisprosessia heidän kohdallaan.

### Puheentunnistuksen käyttö on helpottanut potilaskertomusten tuottamisprosessia

Vastaajien määrä: 20



	n	Prosentti
Täysin samaa mieltä	2	10,0%
Jokseenkin samaa mieltä	9	45,0%
Jokseenkin eri mieltä	5	25,0%
Täysin eri mieltä	4	20,0%

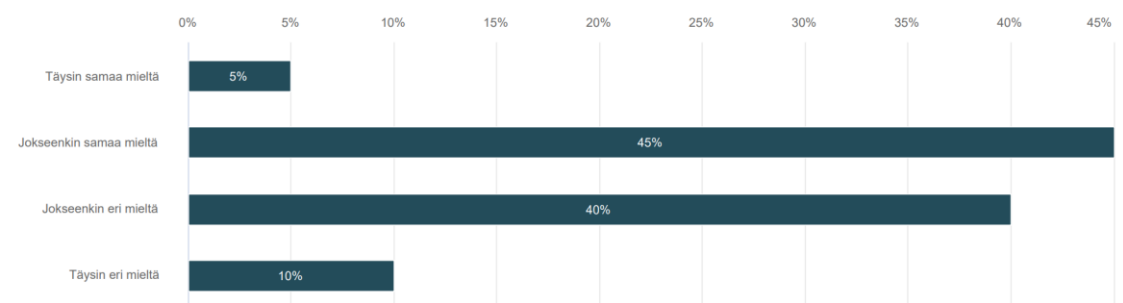
KAAVIO 7: Potilaskertomusten tuottamisprosessin helpottuminen

## 8.2.7 Kokemus puheentunnistuksen helppokäyttöisyydestä

Vastaajat kokivat puheentunnistuksen helppokäyttöisyyden ristiriitaisesti kuten kaavio 8 osoittaa. Niukka enemmistö vastaajista (45 %) oli jokseenkin samaa mieltä, että tekstin tuottaminen ja tarkistaminen on sujuvaa puheentunnistuksella. Täysin samaa mieltä asian kanssa oli 5 % vastaajista. Vastaajista 45 % oli jokseenkin eri mieltä ja 10 % täysin eri mieltä siitä, että puheentunnistuksella tekstin tuottaminen ja tarkistaminen on sujuvaa.

### Puheentunnistuksella tekstin tuottaminen ja tarkistaminen on sujuvaa

Vastaajien määrä: 20



	n	Prosentti
Täysin samaa mieltä	1	5,0%
Jokseenkin samaa mieltä	9	45,0%
Jokseenkin eri mieltä	8	40,0%
Täysin eri mieltä	2	10,0%

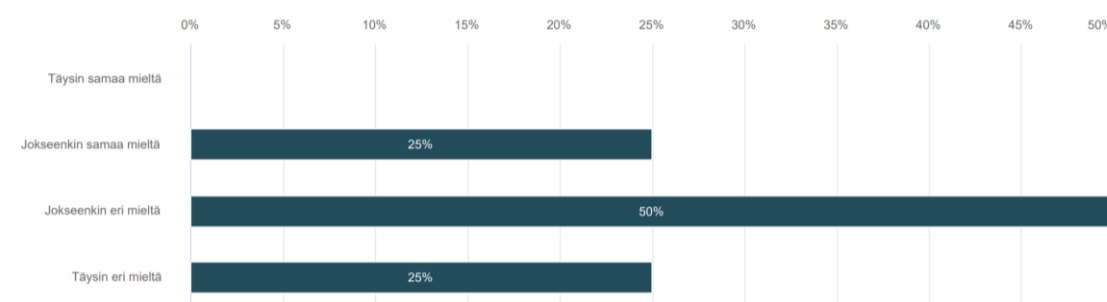
KAAVIO 8: Puheentunnistuksen helppokäyttöisyys

## 8.2.8 Käsitys puheentunnistuksen vaikutuksista potilasturvallisuuteen

Vastaajista enemmistö oli sitä mieltä, että puheentunnistuksen käyttö ei ole parantanut potilasturvallisuutta. Vastaajista 50 % oli jokseenkin eri mieltä ja 25 % oli täysin eri mieltä, että puheentunnistuksen käyttö olisi parantanut potilasturvallisuutta. Vastaajista neljännes oli kuitenkin jokseenkin samaa mieltä, että puheentunnistuksella olisi ollut positiivisia vaikutuksia potilasturvallisuuteen.

Puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilasturvallisuutta

Vastaajien määrä: 20



	n	Prosentti
Täysin samaa mieltä	0	0,0%
Jokseenkin samaa mieltä	5	25,0%
Jokseenkin eri mieltä	10	50,0%
Täysin eri mieltä	5	25,0%

KAAVIO 9: Puheentunnistuksen vaikutukset potilasturvallisuuteen

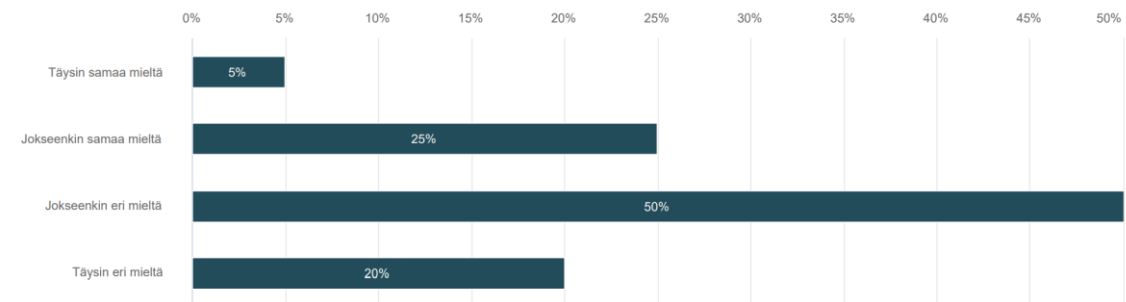
## 8.2.9 Kokemus puheentunnistuksen koulutuksesta

Valtaosa vastaajista koki, etteivät he ole saaneet riittävästi koulutusta puheentunnistuksen käyttöön. Vastaajista 50 % koki olevansa jokseenkin eri mieltä ja 20 % täysin eri mieltä siitä, että he olisivat saaneen riittävästi koulutusta järjestelmän käyttöön. Vastaajista 5 % oli kuitenkin täysin samaa mieltä ja 25 % jokseenkin samaa mieltä, että koulutuksen määrä on ollut riittävää heille. Käsitys koulutuksen riittävydestä jakoi paljon mielipiteitä vastaajien kesken.



#### Olen saanut riittävästi koulutusta puheentunnistuksen käyttöön

Vastaajien määrä: 20



	n	Prosentti
Täysin samaa mieltä	1	5,0%
Jokseenkin samaa mieltä	5	25,0%
Jokseenkin eri mieltä	10	50,0%
Täysin eri mieltä	4	20,0%

KAAVIO 10: Puheentunnistuksen koulutuksen riittävyys

### 8.3 Sanelijoiden kyselytutkimuksen yhteenveto

Tässä tutkimuksessa arvioitiin pienen otannan avulla HUSin puheentunnistusratkaisua käyttävien Meilahden yhteispäivystyksen lääkäreiden kokemuksia järjestelmän vaikutuksista potilaskertomusten tuottamisprosessiin ja hoitotyöhön. Kyselyyn vastanneiden kokemukset puheentunnistuksen hyödyistä jakoi laajasti mielipiteitä. Niukka enemmistö vastaajista koki järjestelmän enemmän positiiviseksi kuin negatiiviseksi, mutta keskiarvallisesti lääkärit olivat varsin neutraaleja järjestelmän hyödyistä ja haitoista.

Puheentunnistusta käyttävistä lääkäreistä valtaosa koki puheentunnistusratkaisun tunnistustarkkuuden olevan hyvällä tasolla, tätä kuitenkin tasoitti 10 % täysin eri mieltä olevat vastaajat. Kukaan ei ollut täysin samaa mieltä väitteen kanssa. Enemmistö vastaajista koki, että puheentunnistuksen käytön myötä potilaskertomusten laatu on huonontunut. Tämä voi selittyä järjestelmän tunnistustarkkuudella ja sen aiheuttamilla virheillä. Kyseisessä kysymyksessä oli kyselyn eniten täysin eri mieltä olevia vastaajia (40 %) viitaten laajaan yleiseen mielipiteeseen potilaskertomusten laadun heikkenemisen osalta. Vastaajista enemmistö oli myös sitä mieltä, että puheentunnistuksen käyttö ei ole parantanut potilasturvallisuutta. Huolimatta puheentunnistusteknologian nopeasta kehityksestä viimeisten vuosikymmenten aikana, herättävät nämä tulokset huolta sen tarkkuudesta, tehokkuudesta ja kyvystä parantaa potilaskertomusten laatua. Useiden tutkimusten mukaan puheentunnistuksella on mahdollista parantaa työn tuottavuutta. Kuitenkin huoli virheistä ja niiden vaikutuksista potilasturvallisuuteen ovat perusteltuja ja monet tutkimukset ovat havainneet tunnistustarkkuuden olevan heikompaa verrattuna käsin kirjoittamiseen tietokoneella (Goss ym., 2019). Tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että

puheentunnistusratkaisun käyttöönotto ei ole onnistunut tavoitteissaan parantaa dokumentaation laatua tai potilasturvallisuutta.

Vastaajista lievä enemmistö koki puheentunnistuksen käytön helpottaneen potilaskertomusten tuottamisprosessia. Tämä tukee tässä tutkielmassa tarkasteltuja muita tutkimuksia, joissa puheentunnistus oli parantanut käyttäjien dokumentaation työnkulkua ja nopeuttanut niiden tuottamista (Saxena ym., 2018; Vogel ym., 2015). Toisaalta kyselyyn vastanneista 20 % oli täysin eri mieltä puheentunnistuksen hyödyistä kyseisen väitteen osalta. Vastaajat eivät ole yhtä mieltä siitä, että puheentunnistuksella tekstin tuottaminen ja tarkistaminen olisi sujuvaa. Tasan puolet vastustivat väitettä ja puolet puolsivat sen puolesta. Niukka enemmistö käyttäjistä koki puheentunnistuksen säästävän heidän työaikaansa. Tulee kuitenkin huomioida, että 20:stä puheentunnistusta käyttävästä lääkäristä 14 kirjoittaa potilaskertomuksia myös käsin näppäimistöllä. Mielipiteiden jakautuminen viittaa siihen, että on pitkälti yksilöllistä, kuinka hyvin käyttäjä omaksuu puheentunnistuksen käytön ja kokee siitä hyötyjä. Dokumentoinnin taakka, sähköisten potilastietojärjestelmien ja niihin kuuluvien sovellusten käytettävyysongelmat ovat olleet avaintekijöinä työuupumuksessa useissa tutkimuksissa ja ne aiheuttavat suoran uhan terveydenhuoltojärjestelmien toimivuudelle (Goss ym., 2019). Tämä tutkimus puoltaa myös aikaisempia tutkimuksia, sillä 20 % (viisi henkilöä) kyselyyn vastanneista eivät käyttäneet puheentunnistusta ollenkaan, joka voi viitata ongelmiin järjestelmän käytettävyydessä ja siinä koetuista hyödyistä. Se, että lääkärit kirjoittavat tekstejään enemmän käsin kuin sanellen vääristävät myös järjestelmän todellisia kustannushyötyjä. Käsin kirjoittamiseen menee keskimääräisesti enemmän aikaa kuin sane luun, joka on pois potilastyöstä. Tämän lisäksi lääkäreiden työaika on huomattavasti kalliimpaa työnantajille kuin tekstinkäsittelijöiden. Tämä vaatii kuitenkin tarkempaa tarkastelua myöhemmissä tutkimuksissa.

Valtaosa vastaajista koki, etteivät he ole saaneet riittävästi koulutusta puheentunnistuksen käyttöön. Kysymyksen vastaukset ovat tärkeitä puheentunnistusratkaisun tulevaisuuden kannalta, sillä tulokset osoittavat selvän puutteen käyttäjien koulutuksessa. Voi myös olla, että puutteellisen koulutuksen takia järjestelmän käyttäjät eivät osaa opettaa järjestelmää oikein, jotta se saavuttaisi täyden potentiaalinsa tunnistustarkkuudessa. Järjestelmä luo käyttäjäkohtaisen ääniprofiilin, joka oikein käytettynä oppii tarkemmaksi käyttäjien tekemien tekstikorjausten ja sanojen lisäämisen avulla. Kattavalla koulutuksella järjestelmän tunnistustarkkuutta voitaisiin todennäköisesti nostaa ja parantaa samalla järjestelmän käytettävyyttä sanelijoiden näkökulmasta. Tunnistustarkkuuden noustessa myös potilaskertomusten laatu todennäköisesti parantuisi, mikä korreloisi potilaskertomusten parissa käytettyyn työaikaan, tekstin tuottamisen ja tarkistamisen sujuvuuteen sekä potilasturvallisuuden parantumiseen. Koulutuksen saama huono arviointi voi osittain selittyä sillä, että puheentunnistusratkaisu käyttöönotettiin vuonna 2020 alkaneen maailmanlaajuisen COVID-19-pandemian aikana. HUS Tietohallinnon puheentunnistuksen loppuraportin (2021) mukaan koronaviruspandemia aiheutti haasteita järjestelmän markkinoinnissa. Puheentunnistusratkaisua ja sen käyttöä oli tarkoitus esitellä

sairaaloissa paikan päällä, mutta pandemia kuitenkin vaikeutti järjestelmän tunnetuksi tekemistä (HUS Tietohallinto, 2021). Tämän lisäksi paikan päällä annettavaa vierikoulutusta ei voitu järjestää ja käyttäjien piti opetella järjestelmän käyttöä kirjallisia ohjemateriaaleja hyödyntäen.

### 8.3.1 Toimintatapojen muutos

Puheentunnistusratkaisun haasteita voidaan osaltaan selittää sillä, että puheentunnistus otettiin käyttöön yhdessä Apotti-potilastietojärjestelmän käyttöönottojen kanssa. Apotti-potilastietojärjestelmään siirryttäessä muuttui huomattavan moni lääkärin toimintatapa potilaskertomusten tuottamisprosessin lisäksi. Suurin Apotin tuoma muutos oli siirtyminen rakenteiseen kirjaamiseen. Oy Apotti Ab:n mukaan (2021a) Apotti-potilastietojärjestelmä poikkeaa aiemmista muista asiakas- ja potilastietojärjestelmistä juuri rakenteisen kirjaamisen johdosta. Rakenteisella kirjaamisella tarkoitetaan tietoa, joka on järjestelmälle käytettävissä ja hyödynnettävissä muodossa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tieto kirjataan järjestelmän määrittämiin kohtiin ja palkkeihin tekstinä tai muissa muodoissa kuten monivalintana. Rakenteinen kirjaaminen eroaa oleellisesti vanhoihin järjestelmiin, joissa potilastiedot kirjattiin yleensä vapaamuotoisena tekstinä. Oy Apotti Ab:n (2021b) mukaan rakenteisen kirjaamisen tavoitteena on sujuvoittaa ja yhtenäistää kirjaamista ja tehdä siitä täten käytettävämpää raportoinnille ja hoitotyön tiedolla johtamiselle. Rakenteisen kirjaamisen pitäisi myös auttaa hoitopolkujen automatisoinnissa, parantaa potilasturvallisuutta, helpottaa sote-organisaatioiden yhteistyötä sekä nopeuttaa diagnosointia ja hoidon aloittamista (Apotti, 2021b). Todellisuudessa Apotin tuoma toimintatapojen muutos on otettu hyvin ristiriitaisesti vastaan järjestelmän käyttäjien keskuudessa. Lääkäreiden mukaan rakenteisen kirjaamisen johdosta järjestelmä on robottimainen ja potilaan tiedot pirstaloituvat lukuisiin kenttiin, mikä tekee tiedoista vaikeammin luettavaa kuin perinteisestä potilastekstistä (Peets, 2021). Lehtokarin ja Marttisen (2022) uutisen mukaan monien lääkäreiden mielestä Apotin käyttäminen on kasvattanut merkittävästi potilastyöhön käytettävää aikaa ja se vaarantaa potilasturvallisuuden. Oy Apotti Ab:n (2021a) mukaan rakenteinen kirjaaminen voi vaatia sote-ammattilaisilta alkuun enemmän aikaa ja totuttelua. Tämän lisäksi tarpeen vaatiessa järjestelmään voi yhä kirjoittaa vapaamuotoista potilastekstiä.

Apotti-potilastietojärjestelmän herättämä ristiriitainen vastaanotto on voinut osaltaan vaikuttaa myös puheentunnistuksen käyttäjätyytyväisyyteen. Ensinnäkin puheentunnistusratkaisu on sisällytetty samaan käynnistysvalikkoon kuin Apotti-potilastietojärjestelmä, joka voi osaltaan johtaa käyttäjiä ajattelemaan, että puheentunnistus on tiiviisti osa Apotti-potilastietojärjestelmää. Toiseksi potilaskertomusten tuottaminen puheentunnistuksella on käyttäjille huomattavan erilainen toimintatapa digisaneluun verrattuna. Puheentunnistusratkaisun käyttöönotto yhdistettynä Apotin rakenteiseen kirjaamiseen muutti lyhyessä ajassa koko lääkäreiden potilastietojen kirjaamis- ja potilaskertomusten tuottamisprosessin. Digisanelun aikana käyttäjät olivat tottuneita HUS As-

vian tekstinkäsittelypalveluiden tarjoamaan palveluun osana potilaskertomusten tuottamista. Vaikka lääkäri on aina itse vastuussa potilaskertomusten tarkastamisesta ja hyväksymisestä, on puheentunnistus siirtänyt lääkäreille enemmän työtä potilaskertomusten tuottamisessa ja laadun ylläpitämisessä. Tämä toimintatavan muutos on osaltaan voinut aiheuttaa tyytymättömyyttä puheentunnistuksen käyttäjien keskuudessa. Uuden asiakas- ja potilastietojärjestelmän käyttöönotto, päivittäinen työ vanhan ja uuden järjestelmän välissä, puheentunnistuksen käyttöönotto ja näiden kaiken opetteleminen on aiheuttanut kuormitusta lääkäreille, mikä on todennäköisesti syönyt resursseja järjestelmien käytön omaksumisessa. Puheentunnistusratkaisun käyttöönotto yhdessä uuden asiakas- ja potilastietojärjestelmän käyttöönoton kanssa on voinut aiheuttaa haittaa puheentunnistuksen koulutukselle, omaksumiselle ja käyttäjätyytyväisyydelle.

Useiden tutkimusten mukaan sähköiset terveystietojärjestelmät (EHR) ovat kasvattaneet käyttäjien työtaakkaa (Goss ym., 2019). Kuten aikaisemmin mainittiin, joidenkin tutkimusten mukaan lääkärit voivat käyttää huomattavan osan työajastaan potilasdokumentaation tuottamiseen (Goss ym., 2019; Zuchowski & Göller, 2022; Ajami, 2016). Tämä on osaltaan johtanut laajempaan puheentunnistusratkaisujen käyttöönottoon, jonka tarkoituksena vähentää potilasdokumentaatioon kuluva työtaakkaa. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan todeta, että HUSin puheentunnistusratkaisu osaltaan helpottaa lääkäreiden potilaskertomusten tuottamisprosessia ja niukka enemmistö kokee ratkaisun säästävän heidän työaikaansa. Johtopäätöksessä tulee kuitenkin huomioida, että vain lievä enemmistö oli sitä mieltä, että puheentunnistusratkaisusta on ollut tässä hyötyä. Yleisesti ottaen lääkärit vastasivat hyvin polarisoituneesti kyselyn väitteisiin. Tämän lisäksi 20 % kyselyyn vastanneista lääkäreistä ei käyttänyt puheentunnistusta ollenkaan potilaskertomusten tuottamiseen. Koska kyselyn vastausprosentti oli pieni ja otoskoko jäi pieneksi, on tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti heikko.

## 9 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää miten puheentunnistusratkaisun käyttöönotto on vaikuttanut potilaskertomusten tuottamisprosessiin Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä. Käyttöönoton vaikutuksia tutkittaessa päätettiin keskittyä kustannustehokkuuden ja käyttäjien käyttökokemusten analysointiin. Tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin puheentunnistetun ja digisanelulla tuotetun potilaskertomuksen tuottamisprosessin tarkempi ajallinen mittaus, sillä se ei ollut mahdollinen tämän tutkimuksen tavoiteaikataulussa. Puheentunnistuksen hyötyjä ja haittoja potilaskertomusten tuottamisessa on vertailtu jo pitkään useissa kansainvälisissä tutkimuksissa. Tämän tutkimuksen aihetta valittaessa todettiin, että tutkimuksia on tehty pitkälti vain maissa, joissa puhutaan puhujamäärältään suuria kieliä (englanti, saksa, kiina yms.). Suomenkielisistä puheentunnistusratkaisuista ei ole tehty vastaavia vertailuja, jotka tutkivat puheentunnistuksen vaikutuksia kustannuksiin ja käyttäjien kokemuksiin. Tutkimuksessa pyrittiin vastaamaan alla olevaan tutkimuskysymykseen:

*Miten puheentunnistusratkaisun käyttöönotto on vaikuttanut potilaskertomusten tuottamiseen HUSissa?*

Puheentunnistusratkaisun käyttöönoton tutkittavia näkökulmia olivat:

- käyttäjäytyvyisyys
- käyttäjien kokemukset hoitotyön tehokkuudesta
- käyttäjien kokemukset dokumentaation laadusta
- käyttäjien kokemukset potilasturvallisuuden parantumisesta
- kustannustehokkuus.

Ennen puheentunnistusratkaisua HUSissa tuotettiin noin 1,8 miljoona saneltua potilaskertomusta vuodessa. HUS Asvia lähti selvittämään puheentunnistuksen soveltamista potilaskertomusten tuottamiseen ja vuonna 2017 päättyneen kilpailutuksen jälkeen HUS hyväksyi puheentunnistusratkaisun hankinnan. Puheentunnistusprojektin tavoitteena oli ottaa käyttöön puheentunnistusratkaisu

HUSiin ja Apotti-hankkeeseen kuuluville jäsenkunnille. Hankkeen tavoitteina oli parantaa potilasasiakirjojen laatua, potilasturvallisuutta, kustannustehokkuutta, lisätä kilpailukykyä ja tiivistää yhteistyötä perusterveydenhuollon kautta. (HUS Tietohallinto, 2018.)

Tutkimuskysymykseen ja sen näkökulmiin haettiin vastauksia puheentunnistusteknologian ja terveydenhuollon potilaskertomuksia tarkastelevalla kirjallisuuskatsauksella, HUSin puheentunnistusprojektin kustannusanalyysinä ja kvantitatiivisena kyselytutkimuksena. Kirjallisuuskatsaus toimi tutkimuksen ohjaavana teoreettisena viitekehystenä ja se antoi kuvan puheentunnistusratkaisujen vaikutuksista potilaskertomusten tuottamisprosessissa.

Kvantitatiivisen kyselyn perusjoukkona toimi HUS-kuntayhtymän Meilahden yhteispäivystyksen poliklinikan 120 lääkäriä. Kyselyssä lääkäreiltä kysyttiin kokemuksia puheentunnistusratkaisun käytöstä erilaisten väittämien avulla. Kysely myös kartoitti lääkäreiden tapoja tuottaa potilaskertomuksia puheentunnistuksen, sanelun ja käsin kirjoittamisen välillä. Kyselyyn vastasi yhteensä 25 henkilöä, joista vain 20 otti kantaa puheentunnistusta koskeviin kysymyksiin. Kyselyn todellinen vastausprosentti oli 17 %. Kyselyiden suurimpana ongelmana on alhainen vastausprosentti eli kato, joka jää helposti 30–40 % tasolle tai sen alle (Hirsjärvi ym., 2009). Alhaista vastausprosenttia voi selittää kesälomakausi ja työkiireet. Kesälomakaudella poliklinikoilla on normaalia enemmän sijaisia vakituisten lääkäreiden sijaan. Sijaisilla voi olla normaalia vähemmän kokemusta puheentunnistusratkaisun käytöstä. Tämän ja alhaisen vastausprosentin takia kyselyn tuloksiin tulee suhtautua varoen. Niitä voidaan pitää suunta antavina mutta ei yleistettävänä koko HUS-organisaatioon.

25 vastaajasta 20 käyttää puheentunnistusta potilaskertomusten tuottamiseen. Näistä 20 puheentunnistusta käyttävästä lääkäristä 14 kirjoittaa potilaskertomuksia myös käsin. 5 vastaajaa ei tuota potilaskertomuksia puheentunnistuksella ollenkaan. Kukaan vastanneista ei käytä enää digisanelua potilaskertomusten tuottamiseen. Kun lääkäreiltä kysyttiin miten todennäköisesti he suosittelevat puheentunnistusta, saatiin NPS-mittauksen keskiarvoksi 5,5 ja pistemääräksi -50, mikä viittaa hyvin huonoon käyttäjäkokemukseen järjestelmän osalta. Seuraavaksi lääkäreiltä kysyttiin heidän kokemuksiaan puheentunnistusratkaisusta seitsemän väittämän avulla. Kysymyksiin pystyi vastaamaan Likertin asteikolla ilman "En osaa sanoa" -vaihtoehtoa.

Vastauksena ensimmäistä puheentunnistusta koskevaan väittämään *Tunnistustarkkuus on hyvällä tasolla*, voidaan todeta, että vähän yli puolet (60 %) vastaajista oli jokseenkin samaa mieltä väittämän kanssa. Tätä kuitenkin tasoitti 30 % jokseenkin eri mieltä ja 10 % täysin eri mieltä olleet vastaajat. Kukaan vastaajista ei ollut täysin samaa mieltä väitteen kanssa viitaten mahdollisiin ongelmiin tai haasteisiin puheentunnistuksen tunnistustarkkuuden kanssa. Puheentunnistusteknologian tunnistustarkkuudesta on paljon eriäviä tutkimustuloksia. Zuchowskin & Göllerin (2022) tutkimuksessa puheentunnistuksen osoitettiin tuottavan vähemmän virheitä kuin käsin kirjoittaminen. Hodgsonin ym. (2017) tutkimuksen mukaan edustapuheentunnistuksen käyttö tuotti taas yli neljä kertaa enemmän kirjoitusvirheitä kuin käsin kirjoittaminen. Tässä tutkimuksessa ei

vertailtu potilaskertomusten virhemääriä puheentunnistetun ja käsin kirjoitetun tekstin välillä. Tästä muodostuu järjestelmän tunnistustarkkuuteen liittyviin johtopäätöksiin. Kyselyn vastaajat olivat pääosin tyytyväisiä puheentunnistuksen tunnistustarkkuuteen, mutta asia vaatii tarkempaa analysointia mahdollisissa tulevaisuissa tutkimuksissa.

Kyselyn väittämä *Puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilaskertomusten laatua*, liittyy järjestelmän tunnistustarkkuuteen. Kyselyyn vastanneet olivat vahvasti sitä mieltä, että puheentunnistuksen käyttö on heikentänyt potilaskertomusten laatua. Kyseisessä väittämässä oli kyselyn eniten täysin eri mieltä olevia vastaajia (40 %). 30 % vastaajista oli jokseenkin eri mieltä ja 30 % jokseenkin samaa mieltä väittämän kanssa. Kyselyn tulokset ovat linjassa myös aikaisempien tutkimusten kanssa. Blackleyn ym. (2020) tutkimuksen mukaan puheentunnistetut tekstit olivat 1,8 kertaa pidempiä mutta sisälsivät 1,4 kertaa vähemmän uniikkeja sanoja viitaten heikompaan dokumentaation laatuun. Myös edellä mainitun Hodgsonin ym. (2017) tutkimuksen mukaan puheentunnistetun potilasdokumentaation laatu kärsi huomattavista kirjoitusvirheistä. Toisaalta tutkimustulokset osoittavat myös dokumentaation laadun parantumisen puolesta. Saxenan ym. (2018) tutkimuksen mukaan yli 80 % lääkäreistä ilmoitti puheentunnistuksen parantaneen potilaskertomusten laatua. Tämän tutkimuksen tulokset kyseenalaistavat puheentunnistuksen hyödyn parantaa potilaskertomusten laatua HUSissa. Vastaajien hyvin vahvaa kielteistä kokemusta tulee pitää vähintään suuntaa antavana. Tämän perusteella HUSin puheentunnistusratkaisun käyttöönotto ei saavuttanut tavoitettaan potilasdokumentaation laadun parantamisessa.

Väite *Puheentunnistuksen käyttö säästää työaikaani* jakoi vastaajien mielipiteitä koko vastausasteikolla. Lievä enemmistö vastaajista kuitenkin oli sitä mieltä, että puheentunnistus säästää heidän työaikaansa. Useat aikaisemmat tutkimukset puhuvat juuri puheentunnistuksen työajansäästöjen puolesta. Vogelien ym. (2015) tutkimuksen mukaan puheentunnistuksen dokumentaationopeus oli jopa 25 % nopeampaa kuin käsin kirjoittaminen. Saman tutkimuksen mukaan dokumentteja tuotettiin myös enemmän puheentunnistuksen käyttöönoton myötä (Vogel ym., 2015). Toisaalta Hogsonin ym. (2017) tutkimuksen mukaan puheentunnistuksen käyttö oli yli 18 % hitaampaa päivystyspoliklinikalla verrattuna käsin kirjoittamiseen. Lievä enemmistö vastaajista oli myös samaa mieltä, että *Puheentunnistuksen käyttö on helpottanut potilaskertomusten tuottamisprosessia*. Vastaajista 10 % oli täysin samaa mieltä ja 45 % jokseenkin samaa mieltä väitteen kanssa. Tämän tutkimuksen kyselyn vastausten perusteella voidaan ajatella puheentunnistuksen helpottavan potilaskertomusten tuottamisprosessia ja säästävän lääkäreiden työaika. Puheentunnistus mahdollistaa potilaskertomusten välittömän valmistumisen ilman tekstinkäsittelijöiden työtä. Voidaan todeta, että puheentunnistuksen käyttöönotto on nopeuttanut potilaskertomusten tuottamisprosessia ja HUSin puheentunnistusprojekti saavutti tavoitteensa. Tämä tutkimus ei ota kuitenkaan kantaa siihen, kokevatko lääkärit työajan hyödyn tulevan potilasasiakirjojen välittömästä valmistumisesta vai siitä, että

puheentunnistuksen käyttö on käsin kirjoittamista nopeampaa. Tämä asia vaatii tarkempaa tutkimusta tulevaisuudessa.

Väittämän *Puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilasturvallisuutta* vastausten perusteella voidaan todeta, että valtaosa vastaajista kokee puheentunnistuksen heikentäneen potilasturvallisuutta. Vastaajista 50 % koki olevansa jokseenkin eri mieltä ja 25 % täysin eri mieltä väittämän kanssa. 25 % vastaajista koki olevan jokseenkin samaa mieltä, että puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilasturvallisuutta. Tämä tutkimus ei ota kantaa siihen, miten potilasturvallisuuden koetaan heikentyneen. Aikaisempien tutkimusten perusteella voidaan kuitenkin arvioida, että huono tunnistustarkkuus ja sen synnyttämät virheet voivat osaltaan heikentää potilasturvallisuutta. Edellä mainitun Hodgsonin ym. (2017) tutkimuksen mukaan puheentunnistettuihin teksteihin syntyi enemmän virheitä, joista osa oli potilasturvallisuuden vaarantavia. Tämän tutkimuksen kyselyn väitteen asettelussa oli kuitenkin ongelmia sillä vastaajilla ei ollut mahdollisuutta valita EOS-vastausvaihtoehtoa. Tämä pakotti vastaajat olemaan jotain mieltä väitteen kanssa, vaikka potilasturvallisuutta ei sen tarkemmin määritelty. Tämän lisäksi tässä tutkimuksessa ei vertailla digisanelun koettuja vaikutuksia potilasturvallisuuteen. Puheentunnistuksen hyötynä on sen kyky saada potilaskertomukset välittömästi valmiiksi. Vanhassa järjestelmässä potilaskertomukset saapuivat lääkäreille saneluiden kiireellisyydestä riippuen kymmenien minuuttien tai päivien kuluttua. Tällöin lääkärin on hankalampi muistaa mihin hoitokontaktiin ja potilaaseen potilaskertomus liittyy. Molemmassa järjestelmissä vastuu potilaskertomusten virheiden korjaamiseen on viime kädessä lääkärillä. Edustapuheentunnistuksen kykyä parantaa potilasturvallisuutta vaatii tarkempaa jatkotutkimusta tulevaisuudessa. Erityisesti tämän kysymyksen tuloksia tulee tarkastella varauksella, mutta niitä voidaan pitää suuntaa antavana, sillä enemmistö vastaajista koki potilasturvallisuuden heikentyneen. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella ei voida vahvistaa, että HUS olisi saavuttanut tavoitettaan potilasturvallisuuden parantumisessa.

Kokemus väitteestä *Puheentunnistuksella tekstin tuottaminen ja tarkistaminen on sujuvaa*, jakoi vastaajien mielipiteet tasan. Puolet vastaajista pitivät puheentunnistuksen käyttöä ainakin jokseenkin sujuvana ja puolet olivat jokseenkin eri mieltä. Täysin eri mieltä väitteen kanssa oli 10 %, joka on enemmän kuin täysin samaa mieltä olevat 5 %. Väitettä olisi ollut kiinnostavaa ristiintaulukoida väitteen *Olen saanut riittävästi koulutusta puheentunnistuksen käyttöön* kanssa. Enemmistö vastaajista oli sitä mieltä, etteivät he olleet saaneet riittävästi koulutusta puheentunnistuksen käytöstä. Jokseenkin eri mieltä väitteen kanssa oli 50 % ja täysin eri mieltä 20 %. Vain 5 % koki olevansa täysin samaa mieltä ja 25 % jokseenkin samaa mieltä koulutuksen riittävydestä. Pieni otoskoko rajoitti ristiintaulukointia eikä sillä saatu järkeviä tuloksia aikaiseksi. Voidaan kuitenkin todeta, että puheentunnistuksen koulutukselle on tarvetta. Olisi mielenkiintoista nähdä jatkotutkimuksissa vaikuttaisiko koulutuksen taso muihin väittämiin. Voi olla mahdollista, että käyttäjät eivät osaa hyödyntää puheentunnistusratkaisun koko potentiaalia. HUSin puheentunnistusratkaisu oppii paremmaksi käyttäjien tekstiin tekemien korjausten ja sanojen lisäämisen seurauksena. Hy-



vällä koulutuksella järjestelmän tunnistustarkkuutta voitaisiin parantaa, joka voisi osaltaan vaikuttaa potilaskertomusten laatuun ja sitä kautta potilasturvallisuuteen. Myös puheentunnistuksen työajansäästöt voisivat olla paremmat.

Kyselyn tulosten analysointia rajoittaa niiden jääminen ”verhon taakse”. Laadullisella teemahaastattelulla käyttäjien kokemuksia puheentunnistusratkaisusta olisi voitu selvittää tarkemmin. Haastattelu olisi mahdollistanut vastaajien paremman osallistamisen ja olisin voinut kysyä miksi he näin kokevat. Haastattelu olisi avannut erityisesti koetun potilasturvallisuuden, potilaskertomusten laadun ja työajan säästöjen tarkempia syitä. Jatkossa käyttäjien kokemuksista voisi toteuttaa tätä tutkimusta laajempia laadullisia tutkimuksia.

HUSin puheentunnistusprojektin tavoitteina oli myös kustannustehokkuuden ja kilpailukyvyn parantaminen. Lähdin tutkimaan näiden tavoitteiden toteutumista HUS Asvian tarjoamien kustannuslaskelmien sekä HUSin tilinpäätösten ja toimintakertomusten avulla. HUS Asvian digisanelun ja puheentunnistuksen sisäisen palvelulaskutuksen kaavio 1 (s. 39) osoittaa puheentunnistuksen vähentäneen huomattavasti erikoissairaanhoidon sisäistä palvelulaskutusta. Puheentunnistuksen käyttöönottojen seurauksena palvelulaskutus tippui vuoden 2018 noin 15 miljoonan euron tasosta noin 3,3 miljoonaan euroon vuonna 2021. Tämän lisäksi HUS Asvian tekstinkäsittelypalveluiden henkilöstökulut laskivat huomattavasti henkilöstöresurssien sopeutustoimien seurauksena. Irtisanomisten piiriin kuului 180 henkilöä. Puheentunnistuksen käyttöönotot yhdessä Apotti-potilastietojärjestelmän kanssa johtivat vuosien 2020 ja 2021 aikana noin 178 henkilötyövuoden säästöihin. (HUS, 2021 & 2022.) Näiden tulosten perusteella voidaan todeta, että HUSin puheentunnistusprojekti saavutti tavoitteensa kustannustehokkuuden ja sen myötä myös kilpailukyvyn parantumisessa.

Kuten kappaleessa 8 mainittiin, kustannushyötyjen analysoinnissa on kuitenkin rajoitteita. Kustannussäästöjä vääristää se, että vuonna 2021 tuotettiin noin 40 % vähemmän digisaneltuja ja puheentunnistettuja potilaskertomuksia kuin vuonna 2019. Vuoden 2021 digisanelun ja puheentunnistuksen palvelulaskutus olisi noin 5,5 miljoonaa euroa 3,3 miljoonan euron sijasta, suhteutettuna vuoden 2019 potilaskertomusten määrään. Puheentunnistuksen ja digisanelun hinnoittelumalli myös eroaa toisistaan. Todellisten kustannussäästöjen arviointi vaatisi valmiiden puheentunnistuksella ja digisanelulla tuotettujen potilaskertomusten yksikköhintojen vertailua. Analyysiä vääristää myös se, että Apotti-potilastietojärjestelmä muutti lääkäreiden toimintatapoja olennaisesti sen rakenteisen kirjaamisen takia. Voi olla, että myös ilman puheentunnistusratkaisun käyttöönottoa tuotettujen potilaskertomusten määrä olisi laskenut merkittävästi. Apotti-potilastietojärjestelmän saama ristiriitainen palaute on voinut myös osaltaan vaikuttaa negatiivisesti puheentunnistusratkaisun käyttöönottoon. Puheentunnistusratkaisun käyttöönotto yhdessä Apotti-potilastietojärjestelmän ja maailmanlaajuinen COVID-19 pandemia haasteineen aiheuttivat todennäköisesti haittaa puheentunnistuksen koulutukselle, käyttökokemukselle ja käyttäjätyytyväisyydelle.

Puheentunnistusteknologia pysyy mielenkiintoisena tutkimusaiheena myös tulevaisuudessa sen jatkuvan kehityksen vuoksi. Puheentunnistuksen hyötyjä on vertailtu lukuisissa kansainvälisissä tutkimuksissa, jotka osoittavat sen kyvyn säästää resursseja niin kustannuksissa kuin käyttäjien työajassa. Tämä pro gradu -tutkielma toi lisätietoja erityisesti puheentunnistuksen mahdollisuudesta luoda merkittäviä kustannussäästöjä ja parantaa kilpailukykyä. Kyselytutkimuksen tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina mutta niistä ei voida tehdä tämän tutkimuksen perusteella lopullisia johtopäätöksiä. Tähän vaikuttaa erityisesti kyselyn pieni vastausprosentti sekä laadullisten tulosten puuttuminen. Kyselyn otoskoko olisi pitänyt saada suuremmaksi keinolla millä hyvänsä, jotta tuloksia voisi yleistää perusjoukkoon. Tämän tutkimuksen tuloksia voivat erityisesti hyödyntää Suomen terveydenhuollon palvelutarjoajat, jotka miettivät puheentunnistusratkaisun käyttöönottoa osana potilaskertomusten tuottamisprosessia. Tämä tutkimus tarjoaa myös uutta tietoa suomenkielisen puheentunnistusratkaisun vaikutuksista potilaskertomusten tuottamiseen, mistä voi muodostua myös uusia mahdollisuuksia jatkotutkimuksen tekemiselle.

## LÄHTEET

- Ahlgrim, C., Maenner, O., & Baumstark, M. W. (2016). Introduction of digital speech recognition in a specialised outpatient department: a case study. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 16(1), 1–8.  
<https://doi.org/10.1186/s12911-016-0374-4/>.
- Ajami, S. (2016). Use of speech-to-text technology for documentation by healthcare providers. *National Medical Journal of India*, 29(3), 148–152.
- Al-Aynati, M. M., & Chorneyko, K. A. (2003). Comparison of voice-automated transcription and human transcription in generating pathology reports. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 127(6), 721–725.  
<https://doi.org/10.5858/2003-127-721-covtah/>.
- Antiles, S., Couris, J., Schweitzer, A., Rosenthal, D., & Da Silva, R. Q. (2000). Project planning, training, measurement and sustainment: the successful implementation of voice recognition. *Radiology Management*, 22(1), 18–31.
- Apotti (2021a). Tiedolla johtaminen ja rakenteinen kirjaaminen ovat Apotti-järjestelmän ydintä. Haettu 15.8.2022 osoitteesta:  
<https://www.apotti.fi/tiedolla-johtaminen-ja-rakenteinen-kirjaaminen-ovat-apotti-jarjestelman-ydinta/>.
- Apotti (2021b). Laadukas tieto on potilaan ja asiakkaan etu. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: <https://www.apotti.fi/laadukas-tieto-on-potilaan-ja-asiakkaan-etu/>.
- Arah, O. A., Westert, G. P., Hurst, J., & Klazinga, N. S. (2006). A conceptual framework for the OECD Health Care Quality Indicators Project. *International Journal for Quality in Health Care*, 18(SUPPL. 1), 5–13.
- Baumann, L. A., Baker, J., & Elshaug, A. G. (2018). The impact of electronic health record systems on clinical documentation times : A systematic review. *Health Policy*, 122(8), 827–836.  
<https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2018.05.014/>.
- Blackley, S. V., Schubert, V. D., Goss, F. R., Al Assad, W., Garabedian, P. M., & Zhou, L. (2020). Physician use of speech recognition versus typing in clinical documentation: A controlled observational study. *International Journal of Medical Informatics*, 141(May), 104178.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104178/>.
- Chavan, R. S., & Sable, G. S. (2013). An Overview of Speech Recognition Using HMM. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 2(6), 233–238.  
<https://www.ijscmc.com/docs/papers/June2013/V2I6201369.pdf/>.

- Chiu, C. C., Tripathi, A., Chou, K., Co, C., Jaitly, N., Jaunzeikare, D., Kannan, A., Nguyen, P., Sak, H., Sankar, A., Tansuwan, J., Wan, N., Wu, Y., & Zhang, X. (2018). Speech recognition for medical conversations. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH, 2018-Septe, 2972-2976*.  
<https://doi.org/10.21437/Interspeech.2018-40/>.
- Ćwiklicki, M., Klich, J., & Chen, J. (2020). The adaptiveness of the healthcare system to the fourth industrial revolution: A preliminary analysis. *Futures, 122*(June). <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102602/>.
- Edwards, E., Salloum, W., Finley, G. P., Fone, J., Cardiff, G., Miller, M., & Suendermann-Oeft, D. (2017). Medical speech recognition: Reaching parity with humans. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10458 LNAI, 512-524. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-66429-3\\_51/](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66429-3_51/).
- Gales, M., & Young, S. (2007). The application of hidden Markov Models in speech recognition. *Foundations and Trends in Signal Processing, 1*(3), 195-304. <https://doi.org/10.1561/2000000004/>.
- Gavurova, B., Kocisova, K., & Sopko, J. (2021). Health system efficiency in OECD countries: dynamic network DEA approach. *Health Economics Review, 11*(1), 1-25. <https://doi.org/10.1186/s13561-021-00337-9/>.
- Goss, F. R., Blackley, S. V., Ortega, C. A., Kowalski, L. T., Landman, A. B., Lin, C. T., Meter, M. Bakes, S. Gradwohl, S. C. Bates, D. W. & Zhou, L. (2019). A clinician survey of using speech recognition for clinical documentation in the electronic health record. *International journal of medical informatics, 130*, 103938.
- He, Y., Sainath, T. N., Prabhavalkar, R., Mcgraw, I., Alvarez, R., Zhao, D., Rybach, D., Kannan, A., Wu, Y., Pang, R., Liang, Q., Bhatia, D., Shangguan, Y., Li, B., Pundak, G., Sim, K. C., Bagby, T., Chang, S., Rao, K., & Gruenstein, A. (2019). Streaming end-to-end speech recognition for mobile devices. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 6381-6385.
- Health at a glance: Europe 2020. OECD. Haettu 10.10.20201 osoitteesta <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/82129230-en.pdf?expires=1662540198&id=id&accname=guest&checksum=EE19196086CCB06C21757F0FB8A8AF19/>.
- Heart, T., Ben-Assuli, O., & Shabtai, I. (2017). A review of PHR, EMR and EHR integration: A more personalized healthcare and public health policy. *Health Policy and Technology, 6*(1), 20-25.  
<https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2016.08.002/>.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2009). Tutki ja kirjoita. 15. painos. Tammi, 135, 140.

- Hodgson, T., Magrabi, F., & Coiera, E. (2017). Efficiency and safety of speech recognition for documentation in the electronic health record. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(6), 1127–1133. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocx073/>.
- HUS (2013). HUS Perussopimus. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: [https://www.hus.fi/sites/default/files/2020-09/Perussopimus\\_2013.pdf/](https://www.hus.fi/sites/default/files/2020-09/Perussopimus_2013.pdf/).
- HUS (2019). HUS Tilinpäätös ja toimintakertomus 2018. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: <https://www.hus.fi/sites/default/files/2020-09/Tilinp%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s%20ja%20toimintakertomus%202018.pdf/>.
- HUS (2020). HUS Tilinpäätös ja toimintakertomus 2019. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: <https://husinvuosi.fi/wp-content/uploads/2020/05/tilinpaatos-ja-toimintakertomus-2019.pdf/>.
- HUS (2021). HUS Tilinpäätös ja toimintakertomus 2020. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: <https://husinvuosi.fi/wp-content/uploads/2021/03/hus-tilinpaatos-ja-toimintakertomus-2020.pdf/>.
- HUS (2022). HUS Tilinpäätös ja toimintakertomus 2021. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: <https://www.hus.fi/sites/default/files/2022-04/tilinpaatos-ja-toimintakertomus-2021.pdf/>.
- HUS Asvia (2022). Haettu 11.8.2022 osoitteesta: <https://www.hus.fi/tietoa-meista/potilashoito-laatu-ja-potilasturvallisuus/hus-asvia/>.
- HUS Tietohallinto (2018). HUS\_GL1\_projektisuunnitelma\_1.0. Julkaisematon organisaation sisäinen dokumentti.
- HUS Tietohallinto (2021). Puheentunnistus loppuraportti v.1.0. Julkaisematon organisaation sisäinen dokumentti.
- HUS Tietohallinto (2022). Haettu 11.8.2022 osoitteesta: <https://www.hus.fi/tietoa-meista/potilashoito-laatu-ja-potilasturvallisuus/hus-tietohallinto/>.
- Ju, Z., Liu, Y., Zhou, D., Vi, P., & Goebel, R. (2019). Towards End-to-End Speech Recognition with Deep Multipath Convolutional Neural Networks. *International Conference on Intelligent Robotics and Applications*, 332–341.
- Lappalainen, H., & Määttä, S. (2021). Sanelu ja puheentunnistuksen pilotointi Siun Sotessa. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021100718417/>.
- Latif, S., Qadir, J., Qayyum, A., Usama, M., & Younis, S. (2021). Speech Technology for Healthcare: Opportunities, Challenges, and State of the Art. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 14, 342–356. <https://doi.org/10.1109/RBME.2020.3006860/>.

- Lee, S. (2018). Net promoter score: Using NPS to measure IT customer support satisfaction. In Proceedings of the 2018 ACM SIGUCCS Annual Conference (pp. 63-64). <https://doi.org/10.1145/3235715.3235752/>.
- Leeming, B. W., Porter, D., Jackson, J. D., Bleich, H. L., & Simon, M. (1981). Computerized radiologic reporting with voice data-entry. *Radiology*, 138(3), 585-588.
- Lehtokari, R., Marttinen, V. (2022). Yli 200 lääkäriä tekee surullisenkuuluisasta potilastietojärjestelmä Apotista kantelun – sen mukaan järjestelmä vaarantaa potilasturvallisuuden. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: <https://yle.fi/uutiset/3-12551082/>.
- Li, S., Technology, C., Fujimoto, M., & Technology, C. (2020). Speech-to-Speech Translation - Chapter 3 Automatic Speech Recognition By Xugang Lu, Sheng Li, and Masakiyo Fujimoto. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-0595-9/>.
- Lieberman, P. (2007). The evolution of human speech: Its anatomical and neural bases. *Current Anthropology*, 48(1), 39-66. <https://doi.org/10.1086/509092/>.
- Luo, H., Zhang, S., Lei, M., & Xie, L. (2021). Simplified Self-Attention for Transformer-Based end-to-end Speech Recognition. 2021 IEEE Spoken Language Technology Workshop, SLT 2021 - Proceedings, 75-81. <https://doi.org/10.1109/SLT48900.2021.9383581/>.
- Luoto, R. (2009). Kyselytutkimuksen suunnittelu. *Duodecim*, 125(15), 1647-1653.
- Markkinaoikeus. (2018). Markkinaoikeuden päätös MAO354/18. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: <https://www.markkinaoikeus.fi/fi/index/paatokset/hankinta-asiat/1530682032051.html/>.
- Meng, Z., Kanda, N., Gaur, Y., Parthasarathy, S., Sun, E., Lu, L., ... & Gong, Y. (2021). Internal language model training for domain-adaptive end-to-end speech recognition. In ICASSP 2021-2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (pp. 7338-7342). IEEE.
- Mohr, D. N., Turner, D. W., Pond, G. R., Kamath, J. S., De Vos, C. B., & Carpenter, P. C. (2003). Speech recognition as a transcription aid: A randomized comparison with standard transcription. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 10(1), 85-93. <https://doi.org/10.1197/jamia.M1130/>.
- Mustafa, M. K., Allen, T., & Appiah, K. (2019). A comparative review of dynamic neural networks and hidden Markov model methods for mobile on-device speech recognition. *Neural Computing and Applications*, 31, 891-899. <https://doi.org/10.1007/s00521-017-3028-2/>.

- OECD. (2021). Long-term care settings | Health at a Glance 2021 : In OECD Indicators, OECD iLibrary. [https://www.oecd-ilibrary.org/sites/ae3016b9-en/1/3/10/9/index.html?itemId=/content/publication/ae3016b9-en&csp\\_=ca413da5d44587bc56446341952c275e&itemIGO=oecd&itemContentType=book/](https://www.oecd-ilibrary.org/sites/ae3016b9-en/1/3/10/9/index.html?itemId=/content/publication/ae3016b9-en&csp_=ca413da5d44587bc56446341952c275e&itemIGO=oecd&itemContentType=book/).
- Peets, T. (2021). Apotti on yhä painajainen. Haettu 15.8.2022 osoitteesta: <https://www.laakarilehti.fi/ajassa/nakokulmat/apotti-on-yhainajainen/?public=ea7d872de7dec7d2630860300d6f0461/>.
- Rana, D. S., Hurst, G., Shepstone, L., Pilling, J., Cockburn, J., & Crawford, M. (2005). Voice recognition for radiology reporting: Is it good enough? *Clinical Radiology*, 60(11), 1205–1212. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2005.07.002/>.
- Reponen, J., Keränen, N., Ruotanen, R., Tuovinen, T., Haverinen, J., & Kangas, M. (2021). Tieto- ja viestintäteknologian käyttö terveydenhuollossa vuonna 2020: Tilanne ja kehityksen suunta. Oulun yliopiston ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen raportti 11/2021. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-771-5/>.
- Ruotsalo, S. (2011). Puheentunnistusohjelman käyttöönotto suomalaisessa terveydenhuollossa-Lääkäreiden ja sihteereiden näkökulmasta. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011122018999/>.
- Saini, P., & Kaur, P. (2013). Automatic speech recognition: A Review. ICEIS 2003 - Proceedings of the 5th International Conference on Enterprise Information Systems, 1(iii), IS5–IS10. <https://doi.org/10.5120/9722-4190/>.
- Sattar, A., & Hafeez, M. (2019). The Adjunct of Voice Recognition to Medical Transcriptionist in Asian Countries-The Pros and Cons. *American Journal of Internal Medicine*, 7(6), 147. <https://doi.org/10.11648/j.ajim.20190706.12/>.
- Saxena, K., Diamond, R., Conant, R. F., Mitchell, T. H., Gallopyn, I. G., & Yakimow, K. E. (2018). Provider Adoption of Speech Recognition and its Impact on Satisfaction, Documentation Quality, Efficiency, and Cost in an Inpatient EHR. *AMIA Joint Summits on Translational Science Proceedings. AMIA Joint Summits on Translational Science, 2017*, 186–195. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29888069><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5961784/>.
- Sosiaali- ja terveysministerion asetus potilasasiakirjoista 298/2009. Annettu Helsingissä 30.3.2009. Haettu 19.4.2022 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090298>.
- Svahn, N. (2020). HUS irtisanoo 150 henkilöä tekstinkäsittelypalveluista. Haettu 10.10.2021 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-11641111/>.

- Vehkalahti, K. (2019). Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. Haettu 5.8.2022 osoitteesta:  
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/305021/Kyselytutkimuksen-mittarit-ja-menetelmat-2019-Vehkalahti.pdf/>.
- Viitanen, J. (2008). Sanelumenetelmien vertailu-lääkäriin näkökulma. Teoksessa Hyppönen, H. (toim.), Sosiaali- ja terveydenhuollon tietotekniikan ja tiedonhallinnan tutkimuspäivät (s. 97-103). Stakes.  
<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201204194085/>.
- Vilkka, H. (2007). Tutki ja mittaa: Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.
- Vogel, M., Kaisers, W., Wassmuth, R., & Mayatepek, E. (2015). Analysis of documentation speed using web-based medical speech recognition technology: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 17(11), 1-12. <https://doi.org/10.2196/jmir.5072/>.
- Wang, D., Wang, X., & Lv, S. (2019). An overview of end-to-end automatic speech recognition. *Symmetry*, 11(8), 1-26.  
<https://doi.org/10.3390/sym11081018/>.
- WHO (2022). Health System Governance. Haettu 20.4.2022 osoitteesta  
[https://www.who.int/health-topics/health-systems-governance#tab=tab\\_1/](https://www.who.int/health-topics/health-systems-governance#tab=tab_1/).
- Yu, D., & Deng, L. (2016). Signals and Communication Technology Automatic Speech Recognition A Deep Learning Approach hm med Related papers t he essence of knowledge Deep Learning Met hods and Applicat ions Foundat ions and Trends ... rit esh pat ra DEEP LEARNING: MET HODS AND APPLIC (Vol 1).  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59834621/automatic\\_speech\\_recognition\\_a\\_deep\\_learning\\_approach20190622-75570-hvrme8-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1647974759&Signature=VG-9mkJoCjY7S2UoagO5vt~yEu7mefwRrF2lNKrs-HcKl0KpWhw-hSStG07iQBKJKTeICFEHTwLd5~ULc/](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59834621/automatic_speech_recognition_a_deep_learning_approach20190622-75570-hvrme8-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1647974759&Signature=VG-9mkJoCjY7S2UoagO5vt~yEu7mefwRrF2lNKrs-HcKl0KpWhw-hSStG07iQBKJKTeICFEHTwLd5~ULc/).
- Zhang, Y., Pezeshki, M., Brakel, P., Zhang, S., Laurent, C., Bengio, Y., & Courville, A. (2017). Towards end-to-end speech recognition with deep convolutional neural networks. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH*, 08-12-Sept, 410-414. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2016-1446/>.
- Zhou, L., Blackley, S. V., Kowalski, L., Doan, R., Acker, W. W., Landman, A. B., Kontrient, E., Mack, D., Meteer, M., Bates, D. W., & Goss, F. R. (2018). Analysis of Errors in Dictated Clinical Documents Assisted by Speech Recognition Software and Professional Transcriptionists. *JAMA Network Open*, 1(3), e180530.  
<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.0530/>.



Zuchowski, M., & Göller, A. (2022). Speech recognition for medical documentation: An analysis of time, cost efficiency and acceptance in a clinical setting. *British Journal of Health Care Management*, 28(1), 30–36. <https://doi.org/10.12968/bjhc.2021.0074/>.

## LIITE 1 HUS TUTKIMUSLUPA

### Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri Päätös tutkimusluvasta

Opinnäytetyön tekijä / tekijät	Bergström Mikke Tomas
Yliopisto / amk	Jyväskylän yliopisto
Opinnäytetyön nimi	Analyysi puheentunnistusratkaisun käyttöönoton vaikutuksista husissa
HUS tutkimuksen vastuuhenkilö	Jääskeläinen Maiju Maria
Opinnäytetyön ohjaaja / ohjaajat	Seppänen Ville

### Tutkimuksen suorituspaikka

#### Aineisto

Potilaat/Omaiset	Ei
Henkilökunta	Kyllä, Lukumäärä: 30
Asiakirjat/Rekisterit	Kyllä, Lukumäärä: 10
Muu, mikä	Ei
Tutkimusmenetelmä	Kysely, Asiakirja-analyysi

Tutkimuslupa myönnetään edellyttäen, että tutkimusluvan saaja toimittaa tutkimuksen valmistuttua raportin tutkimusluvan myöntäjälle (R-lomake)

Muut ehdot -

Tutkimusluvan alkamispäivä	16.06.2022
Tutkimusluvan päättymispäivä	31.10.2022
Tutkimusluvan hyväksyjä	Lampinen Pekka Johannes
Hyväksyjän kotitulosyksikkö	HUS-TIETOHALLINTO
Hyväksyjän toimi	Pekka Lampinen, vt Tulosalueen johtaja

Tutkimusluvan myöntämiseen liittyvät asiakirjat on tallennettu Tieteellisen tutkimuksen rekisteriohjelmaan (Tietu).

## LIITE 2 KYSELYLOMAKE

### HUS Puheentunnistus - sanelijoiden käyttökokemusten kyselytutkimus

1. Tuotan potilaskertomukset

*Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.*

- Puheentunnistuksella
- Sanelemalla
- Kirjoittamalla itse

2. Miten todennäköisesti suosittelisit puheentunnistusta

*Merkitse vain yksi soikio.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Erittäin epätodennäköisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin todennäköisesti

3. Tunnistustarkkuus on hyvällä tasolla

*Merkitse vain yksi soikio.*

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

4. Puheentunnistuksen käyttö säästää työaikaani

*Merkitse vain yksi soikio.*

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

5. Puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilaskertomusten laatua

*Merkitse vain yksi soikio.*

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

6. Puheentunnistuksen käyttö on helpottanut potilaskertomusten tuottamisprosessia

*Merkitse vain yksi soikio.*

- Täysin samaa mieltä  
 Jokseenkin samaa mieltä  
 Jokseenkin eri mieltä  
 Täysin eri mieltä

7. Puheentunnistuksen käyttö on parantanut potilasturvallisuutta

*Merkitse vain yksi soikio.*

- Täysin samaa mieltä  
 Jokseenkin samaa mieltä  
 Jokseenkin eri mieltä  
 Täysin eri mieltä

8. Puheentunnistuksella tekstin tuottaminen ja tarkistaminen on sujuvaa

*Merkitse vain yksi soikio.*

- Täysin samaa mieltä  
 Jokseenkin samaa mieltä  
 Jokseenkin eri mieltä  
 Täysin eri mieltä

9. Olen saanut riittävästi koulutusta puheentunnistuksen käyttöön

*Merkitse vain yksi soikio.*

- Täysin samaa mieltä  
 Jokseenkin samaa mieltä  
 Jokseenkin eri mieltä  
 Täysin eri mieltä

## LIITE 3 TIEDOTE TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

### Tutkimuksen nimi

*Analyysi puheentunnistusratkaisun käyttöönoton vaikutuksista HUSissa*

### Tutkijan yhteystiedot

Mikke Bergström  
040 663 8876  
mikke.bergstrom@hus.fi

### Pyyntö osallistua tutkimukseen

***Sinua pyydetään mukaan tutkimukseen***, jossa analysoidaan puheentunnistusratkaisun käyttöönoton vaikutuksia potilasasiakirjojen tuottamisessa HUSissa. Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja siihen osallistumista kyselytutkimuksen muodossa. Meilahden Yhteispäivystykseen kohdistetulla lääkäreiden kyselytutkimuksella hankitaan tietoa siitä, miten puheentunnistusjärjestelmän tuoma toimintatavan muutos näkyy heidän työskentelyssään. Kyselytutkimuksella on tarkoitus saada ensikäden tietoa siitä, miten puheentunnistusratkaisun käyttöönotto on vaikuttanut hoitotyön tehokkuuteen, dokumentaation laatuun ja käyttäjätyytyväisyyteen. Sinua pyydetään tutkimukseen, koska sovit tutkimusprofiiliin.

### Vapaaehtoisuus

Tähän tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Voit milloin tahansa kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen tai keskeyttää osallistumisen.

### Tutkimuksen kulku

Tutkimukseen kuuluu yksi sähköpostitse lähetettävä verkkokyselylomake. Kyselyyn vastaamiseen kuluu aikaa noin 10 minuuttia.

### Tutkimuksen kustannukset

Tutkimukseen osallistumisesta ei makseta palkkiota. Tutkimukseen voi osallistua työajalla.

### Tutkimustuloksista tiedottaminen ja tutkimustulokset

Tutkimuksesta valmistuu Pro Gradu-opinnäytetyö. Materiaalia voidaan käyttää myös HUSin sisäisesti ja puheentunnistusjärjestelmän kehittämisessä.

### Tutkimuksessa kertyvien tietojen käsittely

Sanelijoille tehtävän kyselytutkimuksen tavoiteotos on 30 vastausta 30:ltä eri lääkäriltä. Kyselyä ei kohdenneta tietyille henkilöille vaan se lähetetään koko Meilahden yhteispäivystyksen tulosyksikön lääkäreille. Kyselyyn vastaaminen tapahtuu anonymisti eikä siinä kerätä henkilötietoja.

***Lisätietojen antajan yhteystiedot***

Mikke Bergström  
040 663 8876  
mikke.bergstrom@hus.fi